THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY

630.5
JO
v.78

JOURNAL
FÜR
LANDWIRTSCHAFT

Im Auftrage der
Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover
herausgegeben von

Prof. Blanck
Agrik. u. bodenkundl. Institut

Prof. Rippel
Institut f. landw. Bakteriologie

Prof. Schermer
Tierärztliches Institut

Prof. Schmidt
Institut für Tierzucht

Prof. Seedorf
Inst. f. landw. Betriebsl.

Prof. Tornau
Inst. f. Pflanzenbau

zu Göttingen

78. Band.

Mit 2 Kurven und 20 Textabbildungen.

BERLIN
VERLAG VON PAUL PAREY
1930

630.5
JO
v.78

Inhalt.

Wissenschaftliche Arbeiten.

Seite

Blanck und **Dörfeld**, Beiträge zur Kenntnis der Beschaffenheit der „Kuhlerde" sowie ihrer Wirkung auf den Marschboden 9

Blanck, Keese und **Klander**, Über den Einfluß der Steine im Boden auf das Wachstum der Pflanzen 1

Clemm, Untersuchungen über die Wirkung und Ausnutzung verschiedenartig nicht wasserlöslicher Phosphorsäure auf unterschiedlichen Bodenarten unter besonderer Berücksichtigung ihres Einflusses auf den P_2O_5-Gehalt der Pflanzen. (Arbeit aus dem Agrikulturchemischen Institut der Landesuniversität Gießen.) (Mit 3 Abbildungen) 289

Maiwald, Die Landwirtschaft Schlesiens im Zeichen der Agrarkrise . . 213

Meyer, K., Studien über den Wasserhaushalt des Hafers. Ein Beitrag zum Xerophytenproblem unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. (Aus dem Institut für Pflanzenbau der Universität Göttingen.) (Mit 13 Abbildungen) 31

Moeller, Die ländlichen Leibesübungen und ihre soziologische Bedeutung. Ein Versuch 309

v. Oldershausen, Der Einfluß künstlicher Bodensäuerung auf Boden und Pflanzenwachstum. (Mit 2 Kurven und 4 Abbildungen) 241

C. von Seelhorst † 209

Bücherbesprechungen.

Aereboe, Prof. Dr., Wirtschaft und Kultur in den Vereinigten Staaten von Nordamerika 345

Aerebos, Fr., Hansen, J., und **Roemer, Th.**, Handbuch der Landwirtschaft, Band 2 329

Aereboe, Fr., Hansen, J., und **Römer, Th.**, Handbuch der Landwirtschaft, Band 3 331

Becker, J., Handbuch des Hülsenfruchterbaues und Futterbaues . . . 340

Beiträge zur Pflanzenzucht 208

Blanck, Prof. Dr. **E.**, Handbuch der Bodenlehre. 2. Band 361

Blanck, Prof. Dr. **E.**, Handbuch der Bodenlehre. 3. Band 365

Brandt, Dr. **J.**, Binsen und ihre Bekämpfung auf Wiesen und Weiden . 364

v. Bülow, K., Handbuch der Moorkunde. Band 1, Allgemeine Moorgeologie, Einführung in das Gesamtgebiet der Moorkunde 360

Bünger, Prof. Dr., Tierzuchtlehre 207

Bürger, A., Verbesserung des Grünlandes mit und ohne Umbruch . . . 205

Chalk, Dr. **L.**, The formation of spring and summer wood in ash and Douglas fir 359

Deutsch-Österreichische Agrarfragen 346

Eickschen, Dr. **K.**, Die Abschätzung bei der Enteignung von Landgütern und Landgutstellen 357

Fingerling, Prof. Dr. **G.**, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere 333

Fleischmann, W., Lehrbuch für Milchwirtschaft 338

Fleischmann, W., Lehrbuch der Milchwirtschaft 338

Freckmann, Prof., Die Kultur der Niederungsmoore 344

Seite

Frost, Dr. **J.**, Die holländische Landwirtschaft 363
Gedroiz, Prof. **K. K.**, Der adsorbierende Bodenkomplex 346
Golf, **A.**, Schafzucht 336
Hanau, Bestimmungsgründe der Preise für Schlachtrinder 343
Hansen, **J.**, Rinderzucht 335
Hansen, **J.**, Maßnahmen zur Förderung der landwirtschaftlichen Tierzucht. Handbuch der Landwirtschaft, Band LV, Allgemeine Tierzuchtlehre . 332
Henning, Prof. Dr. **E.**, Bestimmungstabellen für Gräser und Hülsenfrüchte im blütenlosen Zustande 355
Hollrung, Prof. Dr. **M.**, Die Erkennung der Feld-, Wiesen und Weideungräser unter Berücksichtigung ihrer Blütenstände 355
Jasny, **N.**, Die neuzeitliche Umstellung der überseeischen Getreideproduktion und ihr Einfluß auf den Weltmarkt 353
Kappen, Prof. Dr. **H.**, Die Bodenazidität nach agrikulturchemischen Gesichtspunkten dargestellt 347
Kausch, Dr. **O.**, Phosphor, Phosphorsäure und Phosphate, ihre Herstellung und Verwendung 352
Kaysenbrecht, Dr. **R.**, Die genossenschaftliche Selbsthilfe der deutschen Landwirtschaft 352
Kaysenbrecht, Dr. **R.**, Standardisierung, Rationalisierung, Landwirtschaft-Werbewerk 353
König, **J.**, Die Ermittlung des Düngerbedarfs des Bodens 341
Krische, Dr. **P.**, und **Kabitzsch**, **A.**, Untersuchung und Begutachtung von Düngemitteln, Futtermitteln, Saatwaren und Bodenproben. 206
Kuchler, Reg.-Rat **L. F.**, Silofibel 359
Landwirtschaftliche Buchführungsergebnisse, 2. Teil: Auswertung der Buchführungsergebnisse 351
Mach, Prof. Dr. **F.**, Jahresbericht für Agrikulturchemie 339
Mangold, **E.**, Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. 1. Band. Nährstoffe und Futtermittel . . 351
Meyer, **G.**, Geflügelzucht 337
Mitscherlich, **E. A.**, und **Dühring**, **F.**, Über die Konstanten im Wirkungsgesetze der Wachstumsfaktoren 203
Möller, Prof. Dr. **A.**, Der Waldbau 348
Möller-Arnold, Dr. **E.**, und **Feichtinger**, Dr. **E.**, Der Feldversuch in der Praxis 204
v. Ostertag, **R.**, Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Haustiere . . 334
Rothkegel, Handbuch der Schätzungslehre für Grundbesitzungen . . . 341
Schmidt, **J.**, Schweinezucht 335
Schönberg, Dr. **M.**, Lehr- und Leitsätze für den landwirtschaftlichen Wirtschaftsberater 346
Sering, Die agrarischen Umwälzungen im außerrussischen Osteuropa . . 356
Sieber, **Ph.**, Der Dauerwald 349
Snell, Dr. **K.**, Kartoffelsorten. Beschreibende Sortenkunde 339
Sprecher von Bernegg, Dr. **A.**, Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen, ihre Geschichte, Kultur und volkswirtschaftliche Bedeutung 350
Stang und **Wirth**. Tierheilkunde und Tierzucht 349
Strakosch, Das Agrarproblem im Neuen Europa 342
Tammes, **T.**, The Genetics of the Genus Linum 205
Thellung, Prof. Dr. **A.**, Die Entstehung der Kulturpflanzen 364
Untersuchungen des Deutschen Forschungsinstituts für die zweckmäßigen Betriebsgrößen in der Landwirtschaft 343
Weber, Dr. **R.**, Arbeitsbedarf und Arbeitsverteilung bei verschiedenem Anbauverhältnis der Früchte 344

Über den Einfluß der Steine im Boden auf das Wachstum der Pflanzen.

Von

E. BLANCK unter Mitwirkung von H. KEESE und F. KLANDER.

Über die Frage nach dem Einfluß der in einem Boden vorhandenen Steine auf das Wachstum der Pflanzen ist wiederholt gearbeitet, aber trotzdem bisher noch keine Einigkeit in ihrer Beantwortung erzielt worden. Die praktische Bedeutung dieser Frage liegt auf der Hand, dies gilt insbesondere vom Standpunkt der Lehre des Bodens als Wachstums- und Energiefaktors der Pflanzen.

E. Wollny[1]) gelangte zu der mit der Ansicht des täglichen Lebens wenig übereinstimmenden Auffassung, daß im allgemeinen die Fruchtbarkeit des Bodens mit zunehmendem Steingehalt eine Erhöhung bis zu einer gewissen Grenze erfahre, um erst dann durch eine weitere Vermehrung der Steine geschädigt zu werden. Schon Th. Pfeiffer[2]) hat mit Recht auf die sehr bedeutenden Widersprüche aufmerksam gemacht, die sich aus den Versuchsergebnissen der Wollnyschen Untersuchungen ergeben, und E. A. Mitscherlich[3]) hat die betreffenden Ergebnisse einer Umrechnung unterzogen, die ihn zu dem Urteil geführt haben, daß die Veränderung des Bodenvolumens durch Steinzusätze einer Verminderung des Wassergehaltes resp. einer Vergrößerung des Energieverlustes entspricht. Woran dann Th. Pfeiffer die

[1]) E. Wollny, Forschungen auf dem Gebiete d. Agrik.-Pkysik. 20., 1897/98, S. 390.

[2]) Th. Pfeiffer und W. Simmermacher, Landw. Vers.-Stat. 93, 1919, S. 49.

[3]) E. A. Mitscherlich, Fühlings Landw. Ztg. 58, 1909, S. 387. Bodenkunde, 2. Aufl., 1913, S. 157.

Worte angeknüpft hat: „Den ungünstigen Einfluß eines durch die Steine bewirkten verminderten Wassergehaltes im Boden auf das Pflanzenwachstum wird man unzweifelhaft als richtig anerkennen müssen, während der zweite, die Vergrößerung des Energieverlustes betreffende Punkt keineswegs als unbestritten feststehend angesprochen werden kann."

Zur Klärung der ganzen Frage sind sodann anschließend von Th. Pfeiffer und W. Simmermacher weitere experimentelle Prüfungen durchgeführt worden, die einen Lehm als Versuchsboden und Hafer als Versuchspflanze benutzten. Sie wurden in Gefäßen unter Zusatz von Kieselsteinen in Mengen von 10,2, 3,4 und 1,333 kg zu je 3,4 kg Lehm bei Verabfolgung einer Nährlösung durchgeführt, und zwar wurde diese bei 1- bis 3maliger, täglicher Zufuhr bis zum Durchlauf der Nährlösung durch die am Boden mit einer Ausflußöffnung versehenen Gefäße verabreicht, so daß für eine völlige Sättigung des Bodenmaterials mit Wasser bezw. Lösung gesorgt war. Da die Kieselsteine zu der gleichen Lehmmenge hinzugesetzt worden waren, so war das „Standortsvolumen" mit der Menge des Steinzusatzes ein wesentlich höheres, indem die „Bodenschicht" 20,0, 12,2, 8,7 und 6,8 cm Höhe betrug. Ohne hier des näheren auf die Versuchsergebnisse einzugehen, ergab sich aus ihnen, „daß selbst ein sehr hoher Steingehalt im Boden beim Hafer und ähnlichen Pflanzen, vorsichtig ausgedrückt, keinen irgendwie in Betracht zu ziehenden Energieverlust durch die Wurzeltätigkeit verursacht", und die Tatsache, daß der Steingehalt des Bodens die Trockensubstanzproduktion des Hafers kaum oder gar nicht zu beeinträchtigen vermocht hatte, lieferte Pfeiffer eine neue Stütze für den von ihm schon früher eingenommenen Standpunkt, „daß die physikalischen Bodeneigenschaften, soweit sie den Faktor Wasser nicht beeinflussen, für die Pflanzenproduktion offenbar ohne größere Bedeutung sind".[1]) Da aber bei seinen Versuchen das Bodenvolumen infolge des Steinzusatzes bedeutend verschieden war, dagegen die den Pflanzen zur Verfügung gestellten Wasser- und Nährstoffmengen überall die gleichen gewesen waren und auch die erzeugten Trockensubstanzmengen nur innerhalb der Fehlergrenzen voneinander abwichen, so sah

[1]) Th. Pfeiffer, E. Blanck, W. Simmermacher u. W. Rathmann, Landw. Vers.-Stat. 86, 1915, S. 348; Th. Pfeiffer u. W. Simmermacher, Landw. Vers.-Stat. 88, 1916, S. 451.

Pfeiffer hierin den Beweis, „daß das Bodenvolumen an sich keinerlei Einfluß auf das Wachstum der Pflanzen ausübt".

In einer weiteren Versuchsreihe mit Möhren stellten Th. Pfeiffer und A. Rippel[1]) das gleiche Verhalten für Wurzelgewächse fest. Bei gleicher Versuchstechnik wurde auch hier kein Einfluß der Steine auf den Trockensubstanzertrag erkannt, wenngleich die unter so verschiedenen Bedingungen gezogenen Möhren auch in ihrer Gestalt eine wesentliche Veränderung erlitten hatten, was deutlich zeigt, welche Widerstände zu überwinden gewesen sind. „Die Tatsache, daß dies ohne Schädigung der Trockensubstanzproduktion stattgefunden hat", schreibt Pfeiffer, „steht indessen fest, wodurch die vorjährigen Ergebnisse eine sehr bemerkenswerte Bestätigung bezw. Ergänzung erfahren. Dies gilt natürlich auch von der die physikalischen Bodeneigenschaften betreffenden Schlußfolgerung. Die mit einer Nährlösung dauernd gesättigte Bodenmenge stellt den Pflanzen gleich günstige Wachstumsbedingungen zur Verfügung, einerlei, ob sie unverändert in ihrem natürlichen Gefüge belassen, oder durch Zusatz von Steinen in ihrem Zusammenhange stark gelockert wird. Der Boden kommt wesentlich nur als Träger des Wassers und der Nährstoffe in Betracht, und da, wo diese beiden Faktoren gleichgestellt werden, wird man auch auf gleich hohe Erträge rechnen können. Die mit den physikalischen Bodeneigenschaften im Zusammenhang stehenden Adsorptionserscheinungen . . . bedingen selbstverständlich in vorstehender Richtung gewisse Änderungen, bei denen es sich dann aber immer wieder in letzter Linie um Fragen handelt, die den Boden als Nährstoffträger betreffen". Die Pfeifferschen Versuche haben somit keine Anhaltspunkte für den Einfluß der Steine auf das Pflanzenwachstum und für die Lehre vom Vegetationsfaktor „Energie" zu erbringen vermocht.

Demgegenüber vertritt E. A. Mitscherlich[2]) in der letzten Auflage seiner Bodenkunde die Ansicht, daß die Pfeifferschen Versuche für die aufgeworfenen Fragen nicht beweisend seien, denn: „es sind bei diesen Versuchen offenbar zwei Wachstumsfaktoren gleichzeitig variiert worden, von denen der eine das

[1]) Th. Pfeiffer u. A. Rippel, Landw. Vers.-Stat. Bd. 93, 1919, S. 277.

[2]) E. A. Mitscherlich, Bodenkunde für Land- u. Forstwirte, Berlin 1923, S. 167.

Wasser in positiver, der andere, die Energie, in negativer Richtung seinen Einfluß auf den Pflanzenertrag zur Geltung brachte. Durch Vermehrung des Bodenvolumens mittels der Steine ist nämlich einmal die den Pflanzen während der Vegetation dauernd zur Verfügung stehende Wasser- und Nährstoffmenge gesteigert worden . . ., während andererseits die Pflanzenwurzeln gezwungen wurden, diese auch aus den tieferen Bodenschichten aufzunehmen. Die Versuche zeigen aber, daß bereits die geringere Verbesserung des Wachstumsfaktors Wasser einen sehr erheblichen Energieverlust der Pflanze auszugleichen vermag, und daß somit die Bedeutung dieses positiven Wachstumsfaktors eine ganz außerordentliche ist".

Die vorstehend wiedergegebene Sachlage veranlaßte uns gleichfalls Pflanzenkulturversuche mit Hafer anzustellen, jedoch in der Art, daß dem Gewicht nach die gleiche Menge Boden den Pflanzen zur Verfügung gestellt wurde, aber ein Teil des Bodens durch Zugabe von „Steinen" Ersatz fand, so daß auf diese Weise ein in seiner Gesamtheit annähernd gleicher „Standortsraum" geschaffen wurde, um einen etwaigen Einfluß des „Bodenvolumens" auszuschalten. Dadurch aber, daß wir die den Pflanzen zur Verfügung gestellte Wassermenge einmal entsprechend der vorhandenen Bodenmenge ausschließlich der „Steine", ein andermal einschließlich letzterer verabfolgten, glauben wir den Vegetationsfaktor Wasser in seiner Wirkungsweise weitmöglichst ausgeschaltet zu haben, insofern dieser im Fall der ersten Versuchsanordnung den Pflanzenertrag hätte entsprechend der Menge der vorhandenen Steine ungünstig beeinflussen können, im zweiten Fall dagegen als fördernd oder auch als wirkungslos erkannt werden konnte. Eine Variation des Wirkungsfaktors Wasser war also nur im ersten Fall gegeben, nicht aber im zweiten, denn hier war die Wassermenge völlig gleich, und da die Düngung in allen Gefäßen stets die gleiche war, so konnte auch die Nährstoffmenge, zumal sie reichlich im Überschuß verabfolgt wurde, keinen Ausschlag geben. Würde in beiden Fällen der Versuchsanordnung keine Änderung in dem Ausfall der Erntesubstanzmasse festgestellt werden, so mußten wir schließen, daß weder Wasser- noch Energiefaktor für den Ausfall der Erträge verantwortlich gemacht werden dürfen, mit anderen Worten, es ist der Verringerung des Bodenvolumens durch den Zusatz von Steinen kein Einfluß auf den Pflanzenertrag zuzuerkennen.

Als „Steine“ wählten wir für unsere Zwecke Glaskugeln mit einem Durchmesser von 2,3 cm Größe, und zwar geschah dieses aus dem Grunde, um eine Entziehung von Nährstoffen infolge einer etwaigen Porosität der natürlichen Steine vorzubeugen. Da wir uns aber nur schwierig so große Mengen von Glaskugeln, als sie für unsere Versuchsanordnung erforderlich waren, auf einmal beschaffen konnten, so brachten wir den Gesamtversuch in zwei Jahren zur Durchführung, indem wir im Jahre 1928 die Wassergabe unter Nichtberücksichtigung der Glaskugeln verabreichten, und sie im Jahre 1929 entsprechend dem Gesamtgewicht des Standortsmaterials (Boden + Glaskugeln) wählten. Die sonstige Versuchsanordnung blieb in beiden Fällen dieselbe. Als Boden diente uns ein Untergrundlehm vom Hainholzhof bei Göttingen, der im lufttrockenen Zustande nach Atterbergs Schlämmanalyse nachstehende mechanische Zusammensetzung aufwies:

Grober Sand	Feinsand	Mehlsand	Grober Schluf	Feiner Schluff	Rohton	Sa.
2,0—0,2 mm	0,2—0,06	0,06—0,02	0,02—0,006	0,006—0,002	unt. 0,002	
1,98	7,18	49,20	8,95	14,52	18,27	100,10

Im Salzsäureauszug enthielt dieser Lehm bei einer Feuchtigkeit von 9,45 % an CaO 0,525 %; MgO 0,076 % K_2O 0,314 %, Na_2O 0,084 %; P_2O_5 0,202 %; und an Gesamt-N 0,082 %.

In beiden Jahren wurden je drei im Innern mit Eisenlack gestrichene Zinkgefäße von 20 cm Höhe und 24 cm Durchmesser mit 10 kg von diesem Lehm oder mit 9 kg Lehm und 1 kg Glaskugeln bezw. 8 kg Lehm und 2 kg Glaskugeln und schließlich mit 6 kg Lehm und 4 kg Glaskugeln beschickt. Die jedem Gefäß zugehörige Bodenmenge erhielt vor dem Einfüllen eine Grunddüngung von 3,0 g K_2O in Form von K_2SO_4, 2,0 g P_2O_5 als $CaHPO_4 . 2\,H_2O$ und 1,5 g N als NH_4NO_3 nebst 0,2 g $MgCl_2$ und 0,02 g $FeCl_3$ zugemischt. Die Wasserzufuhr wurde ganz gleichmäßig für alle Gefäße entsprechend der Witterung und dem Verbrauch der Pflanzen unter Zugrundelegung des Wasserhaltungsvermögens des Lehms von 41,2 % während der ganzen Vegetationsdauer verabfolgt.

Im Jahre 1928 wurde die Versuchsreihe am 4. April angesetzt und am 5. April jedes Gefäß mit je 24 Haferkörnern be-

pflanzt, die sehr gleichmäßig am 10. ds. Mts. aufgingen und am 29. auf je 11 Pflänzchen vereinzelt wurden. Die Höhe der Wassergabe betrug bis zum 1. Juni 30%, dann wurde sie allmählich bis zum 20. Juni auf 40% der Wasserkapazität des Lehms gesteigert, um auf dieser Höhe bis Ende des Versuches zu bleiben. Der Beginn der Rispenbildung erfolgte auf allen Gefäßen gleichmäßig am 16. Juni, die Blüte am 28. Juni bis 2. Juli, und geerntet wurde der Hafer im Zustande der Vollreife am 14. Juli.

Im Vegetationsjahr 1929 fand der Ansatz der Gefäße am 27. März, die Einsaat des Hafers aber erst am 9. April in sonst gleicher Weise statt. Der Auflauf der Saat vollzog sich in der Zeit zwischen dem 18. und 20. April, und am 27. gleichen Monats wurde die Zahl der Pflänzchen auf je 12 beschränkt. Die Bestockung erfolgte am 3. Mai. Die Wassergabe wurde in der ersten Zeit bis zum 3. Mai auf 25% der Wasserkapazität der Gesamtbodenmenge, also unter Nichtberücksichtigung der Glaskugeln als Lehmboden, festgesetzt, dann auf 30% bis zum 22. Mai, 40% bis zum 27. Mai, 45% bis zum 12. Juni und 50% bis zum Ende des Versuches gesteigert. Die Rispenbildung erfolgte Mitte, die Blüte Ende Juni, die Ernte in voller Reife am 22. Juli. Unterschiede im Pflanzenwuchs machten sich, genau so wie im Vorjahre kaum bemerkbar, nur hatte es den Anschein, als wenn im zweiten Versuchsjahr die mit den meisten Glaskugeln versehenen Gefäße einen etwas besseren Bestand besäßen.

Die Erträge an Trockensubstanz stellten sich in beiden Jahren, wie folgt:

Gefäß Nr.	Behandlungsweise	Stroh und Spelzen in g	Körner in g	Gesamternte in g
		1928.		
48—50	10 kg Lehm	62,24 ± 1,56	56,47 ± 0,65	118,71 ± 0,72
51—53	9 „ „ + 1 kg Kugeln	62,43 ± 0,86	53,95 ± 0,26	116,38 ± 0,72
54—56	8 „ „ + 2 „ „	61,59 ± 0,81	53,84 ± 0,68	115,43 ± 1,24
57—59	6 „ „ + 4 „ „	57,22 ± 0,55	54,88 ± 0,28	112,10 ± 0,55
		1929.		
33—35	10 kg Lehm	69,80 ± 0,72	54,84 ± 2,15	124,64 ± 1,55
36—38	9 „ „ + 1 kg Kugeln	68,73 ± 0,98	58,07 ± 0,42	126,80 ± 0,65
39—41	8 „ „ + 2 „ „	70,02 ± 0,85	56,90 ± 1,69	126,92 ± 2,14
42—44	6 „ „ + 4 „ „	71,56 ± 0,21	59,50 ± 0,40	131,06 ± 0,59

Hiernach erscheint es zunächst, als wenn im ersten Jahre bei Verabreichung des Wassers ohne Rücksicht auf die Glaskugeln eine Verminderung der Pflanzentrockensubstanzmasse durch die Gegenwart der Glaskugeln hervorgerufen worden sei, im Gegensatz zum zweiten Jahre, in welchem eine Vermehrung der Trockenmasse mit Zunahme der Steine im Boden in Erscheinung tritt. Beides ist aber nur bedingt der Fall, wie man leicht erkennen kann, wenn man die durch die Gegenwart der Steine ohne Glaskugeln erhaltenen Minder- oder Mehrerträge berechnet und die diesen Erträgen anhaftenden wahrscheinlichen Schwankungen in Rücksicht zieht, wie solches nachstehende Übersicht wiedergibt:

Mehr- oder Mindererträge an Trockensubstanz in Gramm durch die Gegenwart von:

	an Stroh	an Korn	an Gesamtmasse
	1928.		
1 kg Glaskugeln	$+0{,}19 \pm 1{,}78$	$-2{,}52 \pm 0{,}70$	$-2{,}33 \pm 1{,}02$
2 „ „	$-0{,}65 \pm 1{,}76$	$-2{,}63 \pm 0{,}94$	$-3{,}28 \pm 1{,}43$
4 „ „	$-5{,}02 \pm 1{,}65$	$-1{,}59 \pm 0{,}71$	$-6{,}61 \pm 0{,}90$
	1929.		
1 kg Glaskugeln	$-1{,}07 \pm 1{,}21$	$+3{,}23 \pm 2{,}19$	$+2{,}16 \pm 1{,}68$
2 „ „	$+0{,}22 \pm 1{,}11$	$+2{,}06 \pm 2{,}73$	$+2{,}28 \pm 2{,}64$
4 „ „	$+1{,}76 \pm 0{,}73$	$+4{,}66 \pm 2{,}19$	$+6{,}42 \pm 1{,}66$

Es erhellt aus diesen Zahlen, daß eigentlich nur der Minderertrag an Gesamttrockenmasse bei der höchsten Glaskugelgabe im ersten Versuchsjahr einerseits, der Mehrertrag daran durch diese im zweiten Versuchsjahr andererseits als sichergestellt zu erachten sind, denn diese Erträge liegen außerhalb der vierfachen wahrscheinlichen Schwankung, während fast alle übrigen an Stroh, Korn oder Gesamtmasse mit zwei Ausnahmen noch nicht einmal die dreifache wahrscheinliche Schwankung erreichen. Es hat somit den Anschein, als wenn der Vegetationsfaktor Wasser zwar der Tendenz nach in beiden Jahren zur Wirksamkeit gelangt ist, insofern im ersten Jahre entsprechend der Verminderung der Wassergabe mit der Menge der Glaskugeln eine Ertragsdepression hervorgerufen worden ist, im zweiten Versuchsjahre dagegen eine Ertragserhöhung stattgefunden hat, und zwar bei gleichmäßig

verabfolgter Wassergabe gewissermaßen auf Kosten derjenigen Wassermenge, die nicht von den Glaskugeln festgehalten hat werden können. Sichergestellt ist dieses Verhalten aber stets nur in den beiden Fällen des höchsten Stein- oder Glaskugelngehaltes im Boden. Damit gelangen wir als Schlußfolgerung aus unseren Befunden zu der Ansicht, daß der Gehalt des Bodens an Steinen nur insofern für das Pflanzenwachstum bezw. für den Pflanzenertrag in Frage kommt, als hierdurch der Wirkungsfaktor Wasser eine Veränderung erleidet. Doch wird dieses auch nur erst bei sehr hohen Steinmengen in Erscheinung treten. Der Wirkungsfaktor Energie scheint uns aber nicht durch die Steine in Mitleidenschaft gezogen worden zu sein, denn dann hätte doch wohl im Fall der höchsten Steingabe bei gleicher Wassergabe, also bei vermindertem eigentlichen Bodenvolumen, keine Ertragserhöhung durch den Steinzusatz erfolgen können.

Göttingen im Oktober 1929.

Beiträge zur Kenntnis der Beschaffenheit der „Kuhlerde" sowie ihrer Wirkung auf den Marschboden.

Von

E. BLANCK (Ref.) und W. DÖRFELDT.

Das „Kuhlen", „Wühlen" oder „Pütten" ist eine Meliorationsmaßnahme in den Marschen, die schon seit Anfang des 18. Jahrhunderts geübt wird.[1]) Sie besteht kurz gesagt darin, daß die Marscherde (Bauerde) mit der unter dem Knick lagernden Wühlerde, also der tiefen Untergrunderde, vermischt bezw. überdeckt wird. Bis noch vor kurzer Zeit geschah dieses allgemein durch Ausgraben der Kuhl- oder Wühlerde in großen Löchern und Verteilen der Pütterde auf das Ackerland vermittels Handbetrieb. Heute sorgen Kuhlmaschinen für eine schnellere, intensivere und billigere Aushebung der Kuhlerde und deren Verteilung. Hinsichtlich der näheren Ausführungen dieser Maßnahmen sei auf die beigegebene Literatur verwiesen. Der ertragssteigernde Erfolg einer derartigen Melioration wird meist allseitig anerkannt und gerühmt, aber eine befriedigende Erklärungsweise seines Zustandekommens konnte bisher noch nicht gegeben werden. Im allgemeinen führt man ihn auf die Wirkung des in der Kuhlerde vorhandenen Kalkgehaltes zurück, doch werden auch nebenbei Stimmen laut, die im Gehalt der Wühlerde an Sand die

[1]) O. Auhagen, Zur Kenntnis der Marschwirtschaft, Landw. Jahrbücher 25, 1896, S. 629; K. Tantzen, Über die Bodenverhältnisse der alten Stadländer Marsch. Diss. Berlin 1912, S. 79; F. Trilling, Die Kalkfrage in den Nordseemarschen, Landw. Jahrb. 67, 1928, S. 573; C. Clausen, Das Mergeln oder Pütten des Marschbodens, Ratgeber in Land-, Garten- u. Hauswirtschaft, Heide 1928, Nr. 2; W. Conradt, Wie vor 90 Jahren gepüttet wurde, Süderditmarscher Bauer, Marne, 4, 1928, Nr. 4.

Ursache für die Verbesserung der Marschböden erblicken, insofern als derselbe für eine günstigere Entwässerung der Marschländereien sorge. Aber auch dem Gehalt der Kuhlerde an Nährstoffen, insbesondere an Kali, wird vornehmlich ein direkt düngender Einfluß zugeschrieben. Für diese Auffassungen mögen einige Hinweise aus der Literatur folgen, die aber nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben, wenngleich sie auch wohl das zur Hauptsache vorliegende einschlägige Material aus dem Schrifttum wiedergeben.[1]).

U. a. berichtet Auhagen[2]) über die mutmaßliche Wirkung der Kuhlerde in besagter Richtung mit nachstehend wiedergegebenen Worten: „Im allgemeinen übertrifft der Marschboden an ursprünglicher Fruchtbarkeit die binnenländischen Flußniederungen bedeutend, indem er sich vor allem durch seinen größeren Gehalt an Kalk und anderen animalischen Resten auszeichnet, der ihm die Fähigkeit verleiht, einen lebhaften Stoffwechsel zu entfalten und bei rationeller Behandlung auch als Pflugland fortdauernd reiche Erträge zu gewähren. Solange man nun aber in früheren Zeiten eine regelrechte Ersatzwirtschaft zu betreiben nicht verstand, mußte die Quantität jener Agentien mehr und mehr abnehmen. So war es daher von großer Bedeutung, als man zu Anfang des vorigen Jahrhunderts allgemeiner auf jene kalkreiche Erde im tiefen Untergrunde aufmerksam wurde; Versuche, mit derselben die Bauerde zu bereichern, erzielten die glänzendsten Resultate, und so hatte man gewissermaßen unter der alten Marsch eine neue entdeckt, und ohne die großen Kosten dieser Melioration zu scheuen, schafft man seitdem durch ‚Kuhlen', ‚Wühlen' oder ‚Schlöten' — dies sind die verbreitetsten Namen der Arbeit — periodenweise große Massen dieser Mergelart zutage." An anderer Stelle heißt es ferner; „Die Vorteile des Kuhlens liegen in der Bereicherung der Bauerde mit Pflanzennährstoffen und vor allem mit kohlensaurem Kalk als Agens des Stoffwechsels."[3]) Man er-

---

[1]) Ganz neuerdings ist noch eine Arbeit von O. Waggershauser: Das „Pütten" in den Nordseemarschen. Ill. Landw. Ztg. 1930, Jahrg. 50, S. 70, hinzugekommen, die im nachfolgenden noch eingehend berücksichtigt werden wird. Hier ist auch auf das maschinelle Kuhlverfahren mit der Jägerschen Blausand- oder Püttmaschine besondere Rücksicht genommen worden.

[2]) O. Auhagen, l. c. S. 629.

[3]) Ebenda S. 786.

sieht hieraus, daß er in der Zufuhr von Nährstoffen die eigentliche fruchtbringende Wirksamkeit der Kuhlerde erblickt. Ähnlich äußert sich K. Tantzen, wenn er sagt: „Nächst der Entwässerung spielt bei den älteren Marschen die Melioration des Wühlens eine wesentliche Rolle. Diese besteht in der Hauptsache darin, mehr oder weniger von der jungfräulichen Wühlerde, die durch Vegetation und Verwitterung an Nährstoffen noch nicht verarmt, im Gegenteil an kohlensaurem Kalk fast immer etwas angereichert ist, an die Oberfläche zu bringen, um dadurch der Bauerde neue Nährstoffe zuzuführen und sie zu verstärken. War dies anfangs der fast alleinige Zweck des Wühlens, ... so kam später als zweites im Laufe der Zeit immer mehr in den Vordergrund tretendes Moment hinzu, eine bessere Abwässerung zu schaffen.“ [1]) Schließlich weist er noch darauf hin, daß „beim Wühlen in jedem Falle zu untersuchen sei, ob die herausgeworfene Erde auch reichlich kohlensauren Kalk enthält“. [2])

Über den Wert der Kuhlerde für die Kultur des Hochmoorbodens hat sodann Br. Tacke [3]) eingehende Untersuchungen angestellt. Die ungiftige Kuhlerde unterscheidet sich nach ihm von dem schädlichen Maibolt dadurch, daß letzterer wenig oder gar keinen kohlensauren Kalk enthält und daher leicht von diesem erkannt werden kann. Die Wirkung der Kuhlerde erstreckt sich seiner Ansicht nach nur auf die alleroberste, wenige Zentimeter starke Moorschicht, so daß innigstes Mischen mit dem Moorboden angebracht erscheint, denn „die schwierige physikalische Beschaffenheit der meist zähen, weil tonreichen, Kuhlerde“ werde durch diese Mischung verbessert. „Durch die gegenseitige Einwirkung der beiden miteinander gemischten Bodenarten“, so fährt er weiter fort, „findet eine vorteilhafte Aufschließung beider statt, und man erreicht auf diese Weise mit geringeren Mengen Kuhlerde, also bei beträchtlich ermäßigten Meliorationskosten, bessere Ergebnisse als mit großen Mengen“. „Die Wirkung der Kuhlerde ist um so schneller und besser, je feiner sie ist, je vollkommener also sie mit dem Moorboden gemischt werden kann. Tonreichere Kuhlerde

---

[1]) K. Tantzen, l. c. 79.

[2]) Desgleichen S. 137.

[3]) Br. Tacke, Über den Wert der Kuhlerde für die Kultur des Hochmoorbodens. Mittlg. d. Ver. z. Förder. d. Moorkultur i. D. R., 32 1914, S. 395.

geht erst, nachdem sie gründlich durchfroren ist, in einen genügend feinen Zustand über, daher ist es geraten, die Kuhlerde möglichst vor Winter aufzubringen und ihre Vermischung mit der Bodenoberfläche im Frühjahr vorzunehmen. Besonders wichtig ist die gleichmäßigste Verteilung der Kuhlerde bei Anlage von Wiesen und Weiden, weil man da nicht mehr die Möglichkeit hat, wie bei Ackerland, durch wiederholte Bodenbearbeitung eine vollkommene Mischung zu erzielen, neben anderen ein Grund, bei Anlage von Grünland auf bekuhltem Moor eine, wenn möglich, wiederholte Nutzung als Ackerland vorhergehen zu lassen. In der Kuhlerde werden dem Moorboden große Mengen von Pflanzennährstoffen zugeführt, die namentlich unter stark lösender Wirkung des sauren Bodens zu einem erheblichen Teil für die Pflanzen aufnehmbar werden".[1]) Schließlich weist er darauf hin, daß die Kuhlerde von recht verschiedener Zusammensetzung sein könne, jedoch beziehen sich alle seine Angaben wohl zuvörderst auf den Hochmoorboden.

F. Trilling beurteilt die Wühlerde lediglich von ihrem Kalkgehalt aus, denn nach ihm verschwand das Kuhlen des Marschbodens um 1900 herum, zu welcher Zeit „der aufkommende Kunstdünger die Kalkung nicht mehr so nötig erschienen ließ; heute geht die Erkenntnis der Praxis aber wieder dahin, daß die Kalkung mit zur ersten Bedingung erfolgreichen Wirtschaftens auf altem Marschboden gehört. Zum Teil verdrängten auch die konzentrierten Handelskalke das Wühlen, das mit seiner vielen Erdarbeit zu hohe Lohnkosten bedingte. Es scheint aber, als wenn das Wühlen wieder rentabel würde, da Maschinen verwandt werden können". Ferner heißt es: „Die Wühlerde fängt im zweiten Jahr an zu wirken, und durch nicht zu tiefes Pflügen sucht man sie sich möglichst lange in der Krume zu erhalten. 20 Jahre rechnet man für das Vorhalten einmaligen Wühlens. Manche behaupten nun, daß ein zweites Wühlen nicht mehr den gleichen Erfolg hätte; dies läßt sich vielleicht als psychologische Täuschung erklären, da das Land beim zweiten Wühlen noch nicht wieder so an Kalk verarmt ist, wie vor dem ersten Wühlen. Mit den anderen Bestandteilen der Wühlerde führt man auch beträchtliche Mengen

[1]) Siehe S. 396.

Pflanzennährstoffe zu, so daß das Wühlen eine umfassende Melioration darstellt.“ [1])

Von Clausen ist die Wühlerde, oder wie sie auch heißt, der Blausand, gleichfalls vom Standpunkt einer Kalkung angesehen und diesbezügliche Versuche ausgeführt worden, die allerdings, wie er selbst schreibt, die Frage nicht restlos zu lösen vermocht haben. Seinen Versuchen entnimmt er als Ergebnis, daß der günstige Einfluß der Pütterde in erster Linie dem Kalkgehalt, weniger dem Sandgehalt zu verdanken sei. Doch vermag er auch gleichzeitig darzutun, daß die Lockerung des Marschbodens durch die Zufuhr der Wühlerde beträchtlich vermehrt werde, so daß sich der Boden leichter bearbeiten lasse.

Im Februar vorigen Jahres trat Herr Landwirtschaftslehrer Dr. Keller, Direktor der Landwirtschaftlichen Schule in Otterndorf im Kreise Hadeln, an das Agrikulturchemische und bodenkundliche Institut der Universität Göttingen mit der Bitte heran, an der Lösung der Frage nach der Bedeutung der Kuhlerde für die Melioration des Marschbodens mitzuarbeiten. Wir sind der Aufforderung gerne nachgekommen und unternahmen zunächst eine Besichtigungsreise des Marschbodens im Kreise Hadeln und lernten dabei zugleich das dort durchgeführte maschinelle Kuhlverfahren zur Melioration der Böden kennen. Gleichzeitig entnahmen wir eine Reihe von Proben der Marschböden und der Kuhlerden, mit denen erstere bekuhlt werden, um durch deren Untersuchung zunächst die Frage nach der mutmaßlichen Ursache der Wirkung der Kuhlerde auf die Bauerde beantworten zu können, denn die bisher vorliegenden Angaben sowie die sehr auseinandergehenden Ansichten der praktischen Landwirte über diese Frage ließen kein eindeutiges Urteil aufkommen. Erst später sollten dann weitere sich daran anschließende Fragen des näheren untersucht und vielleicht zu einer zufriedenstellenden Lösung gebracht werden. In diesem ersten Beitrag zur Kuhlerdefrage soll lediglich über die im Laboratorium ausgeführten Untersuchungen der Böden und ihrer Kuhlerden berichtet werden und die aus den Ergebnissen gezogenen Schlußfolgerungen für die Ergründung der Ursache der dem Kuhlverfahren nachgerühmten günstigen Wirkung auf den Marschboden verwertet werden.

[1]) F. Trilling, l. c. S. 573.

Der Einfluß der Kuhlerde auf den Marschboden kann nach den bisher bekannt gewordenen Angaben darin gesucht werden, daß die Kuhlerde entweder physikalisch verbessernd wirkt, oder daß sie dem Marschboden Nährstoffe zuführt, d. h. ihn in chemischer Richtung verbessert. Auch könnte die Ursache vielleicht darin gesucht werden, daß die in der Kuhlerde enthaltenen Kalkmengen eine im Marschboden eingetretene Versauerung aufheben bezw. den physikalischen und chemischen Bodenzustand verbessern. Aus allen diesen Gründen mußten physikalische und chemische Analysen der Böden und Kuhlerden gemeinsam in Angriff genommen werden. Diesen Untersuchungen hatten ergänzend weitere Ermittelungen betreffend den physikalischen und chemischen Zustand der Bodenmaterialien hinzuzutreten, wie solche durch die Feststellung des Wasserfassungsvermögens des Versauerungsgrades und der wurzellöslichen Phosphorsäure und Kalis gegeben sind. Erst alle diese Untersuchungen in ihrer Gesamtheit ließen erhoffen, einen ausreichenden Einblick in die hier vorliegenden, scheinbar recht verwickelten Verhältnisse zu gewinnen.

Probe Nr.	Ortschaft	Besitzer	Bemerkungen
1	Nordleda	Hofbes. Otto Meyer	Ganz frische Kuhlerde.
2	Nordleda	Hofbes. Otto Meyer	Noch nicht bekuhlter Boden.
3	Osterbruch	J. H. Freye	Frische, handgekuhlte Kuhlerde.
4	Osterbruch	J. H. Freye	Oberste Bodenschicht, die handgekuhlt werden sollte.
5	Osterbruch	J. H. Freye	Knickschicht.
6	Brüninghem	Willy Buhr, Otterndorf	Sandige Kuhlerde.
7	Brüninghem	Willy Buhr, Otterndorf	Sogenannte Schmierkleikuhlerde.
8	Brüninghem	Willy Buhr, Otterndorf	Ackerbodenschicht ungekuhlt, sollte mit 6 oder 7 bekuhlt werden.
9	Hasendorf	Schultheiß Lange, Neuenkirchen	Kuhlerde.
10	Hasendorf	Schultheiß Lange, Neuenkirchen	Boden, der mit Nr. 9 bekuhlt werden sollte.
11	Südfeld Hasendorf	Schultheiß Lange, Neuenkirchen	Kuhlerde.
12	Südfeld Hasendorf	Schultheiß Lange, Neuenkirchen	Boden, der mit Nr. 11 bekuhlt werden sollte.

Die auf diese Weise untersuchten Proben von Bau- und Kuhlerde, wozu sich in einem Fall des Vergleiches halber auch noch eine Knickschicht gesellte, entstammten vorstehend mitgeteilten Ortschaften des Kreises Hadeln.

Sämtliche im folgenden wiedergegebenen Analysen und Bestimmungen wurden doppelt ausgeführt und der Mittelwert in die Tabellen eingesetzt. Die Analysenübereinstimmung war in allen Fällen gut. Bei der sogenannten Neubaueranalyse wurden je drei Bestimmungen durchgeführt.

1. Bestimmung der Hygroskopizität nach Rodewald-Mitscherlich.

1 Kuhlerde	2 Boden	3 Kuhlerde	4 Boden	5 Knick	6 Kuhlerde	7 Schmierklei	8 Boden	9 Kuhlerde	10 Boden	11 Kuhlerde	12 Boden
2,62	4,48	2,21	4,04	8,48	3,41	6,37	5,37	4,26	4,30	6,36	6,39

2. Mechanische Bodenanalyse nach Atterberg.

(Werte auf wasserfreie Substanz berechnet.)

A. Kuhlerden.

	1	3		6	7	9	11
Rohton	15,11	8,41		15,26	17,23	16,24	20,47
Feiner Schluff . . .							
Grober Schluff . . .	4,27	2,63		4,98	9,01	6,81	7,28
Mehlsand	14,54	15,30		33,38	35,68	29,81	32,63
Feinsand	64,94	72,82		45,49	32,09	46,20	37,89
Sand	0,87	0,69		0,75	5,79	0,77	1,60
Summe	99,73	99,85		99,86	99,80	99,83	99,87

B. Dazugehörige Böden.

	2	4	5 Knick	8		10	12
Rohton	13,20	10,35	22,38	14,22		13,43	18,77
Feiner Schluff . . .							
Grober Schluff . . .	9,45	9,53	12,56	12,46		9,30	12,89
Mehlsand	29,24	29,72	33,82	36,71		33,22	34,19
Feinsand	46,41	49,57	25,06	35,34		41,58	30,86
Sand	1,49	0,78	5,84	1,09		2,42	3,12
Summe	99,79	99,95	99,66	99,82		99,95	99,83

3. Bestimmung der PH-Werte in 7,5prozent. KCl-Lösung.

1 Kuhlerde	2 Boden	3 Kuhlerde	4 Boden	5 Knick	6 Kuhlerde	7 Schmierklei	8 Boden	9 Kuhlerde	10 Boden	11 Kuhlerde	12 Boden
7,32	7,24	7,60	5,70	7,08	7,60	7,72	6,84	6,72	4,37	7,56	6,60

4. Bestimmung des Wasserfassungsvermögens,
angegeben in % der wasserfreien Substanz.

1 Kuhlerde	2 Boden	3 Kuhlerde	4 Boden	5 Knick	6 Kuhlerde	7 Schmierklei	8 Boden	9 Kuhlerde	10 Boden	11 Kuhlerde	12 Boden
33,8	36,8	38,7	37,9	50,6	39,6	48,5	37,0	41,4	44,4	45,3	43,6

5. Chemische Bodenanalyse.

(Auszug mit 10 prozent. HCl in fünffacher Menge 4 Stunden unter Rückflußkühlung auf dem lebhaft siedenden Wasserbade.)

A. Lufttrockenes Bodenmaterial.

a) Kuhlerden.

	1	3	6	7	9	11
HCl-lösl. SiO_2	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12	0,10
Laugelösl. SiO_2	1,22	1,16	1,46	1,19	1,33	1,02
Al_2O_3	0,93	0,69	1,35	1,90	1,43	1,52
Fe_2O_3	1,18	1,13	1,98	2,59	1,75	1,99
CaO	3,96	4,08	4,93	5,17	0,71	3,92
MgO	0,75	0,69	0,97	1,23	0,93	1,10
K_2O	0,21	0,18	0,23	0,33	0,31	0,32
Na_2O	0,06	0,11	0,07	0,06	0,07	0,20
P_2O_5	0,10	0,07	0,10	0,14	0,08	0,10
SO_3	0,08	0,07	0,06	0,12	0,14	0,19
Feuchtigkeit	1,15	1,06	0,63	1,31	0,82	1,18
Glühverlust	5,45	6,69	7,15	10,46	4,35	7,57
Anorganische CO_2	3,29	3,35	4,07	4,27	0,59	3,27
Organische CO_2	0,94	1,86	1,85	3,41	1,21	1,54
Gesamt-N	0,05	0,08	0,09	0,11	0,01	0,10
HCl-lösl. FeO	0,80	0,86	1,12	1,67	0,99	1,26

b) Dazugehörige Böden.

	2	4	5	8		10	12
HCl-lösl. SiO_2	0,12	0,11	0,12	0,12		0,11	0,13
Laugelösl. SiO_2	1,65	1,63	1,37	1,79		1,64	1,68
Al_2O_3	1,47	1,33	3,11	1,95		1,46	2,16
Fe_2O_3	2,30	2,26	3,07	3,11		2,57	3,31
CaO	0,51	0,44	0,72	0,48		0,29	0,48
MgO	0,53	0,52	0,52	0,60		0,37	0,54
K_2O	0,28	0,27	0,37	0,30		0,28	0,32
Na_2O	0,06	0,07	0,04	0,09		0,07	0,07
P_2O_5	0,10	0,10	0,09	0,11		0,19	0,12
SO_3	0,03	0,03	0,09	0,02		0,05	0,06
Feuchtigkeit	2,42	1,68	3,21	1,56		1,24	1,85
Glühverlust	6,55	5,32	9,46	5,66		5,95	7,54
Anorganische CO_2	0,10	0,05	0,06	0,08		0,05	0,07
Organische CO_2	2,76	2,77	2,86	1,98		2,96	3,33
Gesamt-N	0,15	0,11	0,18	0,12		0,18	0,19
HCl-lösl. FeO	1,06	1,02	0,68	0,78		0,99	1,16

B. Wasserfrei berechnet.

a) Kuhlerden.

	1	3		6	7	9	11
HCl-lösl. SiO_2	0,10	0,10		0,10	0,11	0,12	0,10
Laugelösl. SiO_2	1,23	1,17		1,47	1,21	1,34	1,03
Al_2O_3	0,94	0,70		1,36	1,93	1,44	1,54
Fe_2O_3	1,19	1,14		1,99	2,62	1,77	2,01
CaO	4,01	4,12		4,96	5,24	0,72	3,97
MgO	0,76	0,70		0,98	1,25	0,94	1,11
K_2O	0,21	0,18		0,23	0,33	0,31	0,32
Na_2O	0,06	0,11		0,07	0,06	0,07	0,20
P_2O_5	0,10	0,07		0,10	0,14	0,08	0,10
SO_3	0,08	0,07		0,06	0,12	0,14	0,19
Glühverlust	4,35	5,69		6,56	9,28	3,56	6,46
Anorganische CO_2	3,33	3,39		4,10	4,33	0,59	3,31
Organische CO_2	0,95	1,88		1,86	3,46	1,22	1,56
Auf Humus umgerechnet	(0,45)	(0,89)		(0,88)	(1,63)	(0,57)	(0,73)
Gesamt-N	0,05	0,08		0,09	0,11	0,01	0,10
Hydratwasser	(0,57)	(1,41)		(1,58)	(4,32)	(2,40)	(2,42)
FeO	0,81	0,87		1,13	1,69	1,00	1,28

b) Dazugehörige Böden.

	2	4	5	8	10	12
HCl-lösl. SiO_2	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11	0,13
Laugelösliche SiO_2 . .	1,69	1,66	1,42	1,82	1,66	1,71
Al_2O_3	1,51	1,35	3,21	1,98	1,48	2,20
Fe_2O_3	2,36	2,30	3,17	3,16	2,60	3,37
CaO	0,52	0,45	0,74	0,49	0,29	0,49
MgO	0,54	0,53	0,54	0,61	0,37	0,55
K_2O	0,29	0,27	0,38	0,30	0,28	0,33
Na_2O	0,06	0,07	0,04	0,09	0,07	0,07
P_2O_5	0,10	0,10	0,09	0,11	0,19	0,12
SO_3	0,03	0,03	0,09	0,02	0,05	0,06
Glühverlust	4,23	3,70	6,46	4,16	4,77	5,80
Anorganische CO_2 . .	0,10	0,05	0,06	0,08	0,05	0,07
Organische CO_2 . . .	2,83	2,82	2,95	2,01	3,00	3,39
Auf Humus umgerechnet	0,15	(1,33)	(1,39)	(0,95)	(1,41)	(1,60
Gesamt-N	(1,33)	0,11	0,18	0,12	0,18	0,19
Hydratwasser	(2,79)	(2,32)	(5,01)	(3,13)	(3,31)	(4,13)
FeO	1,09	1,04	0,70	0,77	1,00	1,18

6. Bestimmung der wurzellöslichen P_2O_5 und K_2O nach Neubauer.

(Durchgeführt mit Roggen.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Kuhlerde	Boden	Kuhlerde	Boden	Knick	Kuhlerde	Schmierklei	Boden	Kuhlerde	Boden	Kuhlerde	Boden
P_2O_5 . .	1,8	3,6	2,1	3,2	4,6	4,0	5,1	2,8	3,6	2,4	4,4	4,9
	±0,04	±0,4	±0,3	±0,3	±0,7	±0,2	±0,4	±0,3	±0,4	±0,3	±0,4	±0,5
K_2O . .	29,3	31,5	24,3	22,4	32,1	31,6	62,8	31,3	61,4	21,4	82,0	29,8
	±0,2	±0,9	±0,3	±0,4	±1,5	±1,4	±0,8	±0,3	±0,4	±0,3	±1,1	±0,4

Betrachtet man die vorliegenden Befunde, so läßt sich zunächst kein einheitliches Bild für die physikalischen und chemischen Verhältnisse des Marschbodens (Bauerde) und seines Meliorationsmaterials (Kuhlerde) in Hinsicht auf ihre gegenseitige Beeinflussung entwerfen. Zwar erweist sich im allgemeinen der Hygroskopizitätswert der Kuhlerden beträchtlich geringer als der der zugehörigen Bauerden, aber für die Probe 9 und 10 bezw. 11 und 12 trifft solches nicht zu, denn hier herrscht in genannter Beziehung völlige

Gleichheit, so daß hieraus auf eine gleichsinnig erfolgende physikalische Beeinflussung des Marschbodens durch die Kuhlerden nicht geschlossen werden kann. In noch erhöhterem Maße gilt dieses für die Ergebnisse der mechanischen Analyse. Wir sehen hier zum Teil den Gehalt an feinsten Teilchen in der Kuhlerde gegenüber dem in der Bauerde überwiegen, aber auch das Gegenteil ist der Fall. Zieht man zum Vergleich die Summen von Rohton und Schluff als Gesamtmenge der feineren Bestandteile gegenüber den Sandteilen heran, so ergibt sich gleichfalls kein markanter Unterschied zwischen Kuhlerden und Bauerden, der für eine besondere physikalische Beeinflussung der Kuhlerden auf den oberen Marschboden sprechen könnte, wie dieses nachstehende Werte ungezwungen erkennen lassen. Nur der Feinsandgehalt der Kuhlerden erweist sich höher als der der zugehörigen Böden, woraus auf eine physikalische Beeinflussung der schweren Marschböden durch die Kuhlerden geschlossen werden könnte.

Gesamtgehalt an Rohton und Schluff.

Kuhlerden.

1	3	6	7	9	11
19,38	11,04	20,24	26,24	23,05	27,75

Bauerden.

2	4	8	10	12
22,65	19,88	26,68	22,73	31,66

Gesamtgehalt an sandigen Teilen.

Kuhlerden.

1	3	6	7	9	11
80,35	88,81	79,62	73,56	76,78	72,12

Bauerden.

2	4	8	10	12
77,14	80,07	73,14	77,22	68,17

Etwas günstiger liegen die Verhältnisse für die ermittelten P_H-Werte, aber auch hier sind die Unterschiede zum Teil recht gering. Zwar erweisen sich die Kuhlerden in keinem Fall als sauer, aber die zugehörigen Bauerden auch nicht stets als sauer, sondern es sind hier die verschiedensten Abstufungen zwischen neutral, schwach und stark sauer zu beobachten. Im gleichen Sinne bewegen sich die gefundenen Werte für das Wasserfassungsvermögen. Auch hier stehen sich auf der einen Seite Kuhlerden

mit höheren Werten, Bauerden mit niederen Werten gegenüber, auf der anderen Seite trifft das Umgekehrte zu.

Dementsprechend lassen die Ergebnisse der physikalischen Untersuchungen keinen sicheren Schluß nach der einen oder anderen Richtung hin zu, wenigstens, so müßte man schließen, falls man allein auf ihren Ausfall hinsichtlich der Beurteilung des Sachverhaltes angewiesen wäre.

Der Salzsäureauszug läßt nun aber auch für die in den Kuhlerden und Bauerden vorhandenen Nährstoffe mit Ausnahme des Kalkes keine besonders stark in Erscheinung tretenden, wesentlichen Unterschiede erkennen. Nur noch der Gehalt an Magnesia und Schwefelsäure weist auf grundsätzlich verschiedene Verteilung hin, ebenso wie der Gesamtgehalt an Stickstoff in den Bauerden, letzterer wohl als eine Folge der starken Düngung mit Stallmist, und somit zumeist erheblich größer ist, was aber im Sinne einer günstig wirkenden Melioration der Kuhlerden nicht sprechen würde. Also auch aus dem Salzsäureauszug läßt sich ohne weiteres nicht viel hinsichtlich einer etwaigen Nährstoffzufuhr aus dem Untergrund entnehmen. Nur der Gehalt der Kuhlerden an Kalk ließe somit die Melioration rechtfertigen, zumal auch die Befunde der wurzellöslichen Phosphorsäure nach Neubauer, da sie alle unter 5 mg liegen, auf keinen Einfluß in besagter Richtung hinzudeuten erlauben. Etwas günstiger schneiden zwar die diesbezüglichen Ermittlungen für das wurzellösliche Kali ab, aber eindeutig verlaufen sie gleichfalls nicht.

Fassen wir auf Grund vorliegender Betrachtungsweise unseres Analysenmaterials die Ergebnisse desselben zusammen, so müssen wir zu dem wenig befriedigenden Schluß kommen, daß nur in der Kalkung die günstigen Einflüsse einer Bekuhlung auf den entkalkten Marschboden zu suchen seien. Das würde aber eine übereilte Schlußfolgerung sein, wie wir sogleich zeigen werden, wenn auch dem Kalkgehalt der Kuhlerden unzweifelhaft ein Hauptanteil für die Wirkung derselben zuerkannt werden muß.

Um es nochmals zu betonen, haben uns die physikalischen Untersuchungen unserer Bodenproben keine besonders deutlich verwertbaren Fingerzeige an die Hand gegeben, um eine günstige Beeinflussung des Marschbodens in physikalischer Richtung durch die Bekuhlung annehmen zu dürfen. Weder Hygroskopizitäts- und Wasserkapazitätswerte noch die mechanische Kornanalyse

lassen eine restlos klärende Deutung zu, so daß wir ganz auf die Befunde der chemischen Untersuchungen zur Klärung unserer Frage angewiesen sind. Da zeigt sich nun zuerst, wenn wir die Glühverlustermittlungen, die immer etwas ungenau sind, da sie sich aus mehreren Größen zusammensetzen, gänzlich ausschalten, daß der Gehalt der Bauerden stets größer an organischer Substanz, an Hydratwasser und Feuchtigkeit ist als der der Kuhlerden, woraus sich ergibt, daß ihr aktiver Gehalt an Wasser größer als derjenige der Kuhlerden ist. Wenn hiermit die Wasserkapazitätsbestimmungen nicht in allen Fällen übereinstimmen, so dürfte dieses wohl zum Teil damit in Zusammenhang und Übereinstimmung zu bringen sein, daß solche exakt nur sehr schwer durchzuführen sind und daher nur bei erheblich voneinander in physikalischer Beziehung abweichenden Bodenarten deutliche und scharfe Unterschiede erkennen lassen. Eine derartig starke Abweichung in der physikalischen Beschaffenheit der von uns untersuchten Bodenproben liegt aber nicht vor, wie uns die oben mitgeteilten einschlägigen Untersuchungen dargetan haben. Auch wurden sie aus naheliegenden Gründen nicht auf die Volumeneinheit, sondern auf die Gewichtseinheit durchgeführt und bezogen. Die höheren Gehaltszahlen der Bauerden an organischer Substanz, Hydratwasser und Feuchtigkeit sprechen ferner dafür, daß der obere Marschboden eine viel stärkere Verwitterung als die Kuhlerde durchgemacht hat, eine Tatsache, die allgemein bekannt ist, aber des weiteren für unseren Fall noch durch den Ausfall unserer Befunde der vorhandenen gesamtlöslichen Kieselsäure, salzsäurelöslichen Tonerde und Eisenoxyd unterstützt wird. Nicht etwa im Widerspruch damit steht, daß der Gehalt der Bauerden an Eisenoxydul nicht in allen Fällen höher als der der Kuhlerden ausgefallen ist, da die organische Substanz und der Feuchtigkeitsgrad der oberen Marschbodenschichten nicht stets eine erhöhte Oxydation zugelassen haben werden, sondern zum Teil sogar reduzierende Wirkung ausgeübt haben müssen. Die dementsprechenden Zahlenbefunde lauten bei Gegenüberstellung der Böden und zugehörigen Kuhlerden, wie folgt, wobei der stets höhere Gehalt durch Fettdruck besonders zum Ausdruck gebracht worden ist.[1])

[1]) Hiervon ist allerdings der Schmierklei wegen seiner stark abweichenden Beschaffenheit ausgeschlossen worden.

	Boden	Kuhlerde	Boden	Kuhlerde	Boden	Kuhlerde	Schmierklei	Boden	Kuhlerde	Boden	Kuhlerde
	2	1	4	3	8	6	7	10	9	12	11
Org. Substanz .	**1,33**	0,45	**1,33**	0,89	**0,95**	0,88	1,63	**1,41**	0,57	**1,60**	0,73
Hydratwasser .	**2,79**	0,57	**2,32**	1,41	**3,13**	1,58	4,32	**3,31**	2,49	**4,13**	2,42
Feuchtigkeit .	**2,41**	1,15	**1,68**	1,06	**1,56**	0,63	1,31	**1,24**	0,82	**1,85**	1,18
Ges.-lös. SiO_2 .	**1,81**	1,33	**1,77**	1,27	**1,94**	1,57	1,32	**1,77**	1,46	**1,84**	1,13
HCl-lös. Al_2O_3 .	**1,51**	0,94	**1,35**	0,70	**1,98**	1,36	1,93	**1,48**	1,44	**2,20**	1,54
Fe_2O_3 .	**2,36**	1,19	**2,30**	1,14	**3,16**	1,99	2,62	**2,60**	1,77	**3,37**	2,01
FeO .	1,09	0,81	1,04	0,87	0,74	1,13	1,69	1,00	1,00	1,18	1,28

Wenn aus diesen Befunden unzweifelhaft hervorgeht, daß die oberen Schichten der Marsch ein viel stärker zersetztes „Verwitterungssilikat" als die Kuhlerden enthalten, so ergibt sich des weiteren aus dem höheren Gehalt der Kuhlerden an CaO und MgO in Verbindung mit dem der vorhandenen CO_2- und SO_3-Menge, wie aus nachstehender Übersicht zu entnehmen ist, daß auch das „Verwitterungssilikat" der Kuhlerden noch mit Basen gesättigt ist und dieses Material sowohl neutraler Reaktion als auch ein erhöhtes Pufferungsvermögen besitzen muß, wie dieses denn auch durch die gefundenen P_H-Werte bestätigt wird.

	Boden	Kuhlerde	Boden	Kuhlerde	Boden	Kuhlerde	Schmierklei	Boden	Kuhlerde	Boden	Kuhlerde
	2	1	4	3	8	6	7	10	9	12	11
CaO	0,52	**4.01**	0,45	**4,12**	0,49	**4,96**	5,24	0,29	**0,72**	0,49	**3.97**
MgO	0,54	**0,76**	0,53	**0,70**	0,61	**0,98**	1,25	0,37	**0,94**	0,55	**1,11**
Anorg. CO_2 . .	0,10	**3,33**	0,05	**3,39**	0,08	**4,10**	4,33	0,05	**0,59**	0,07	**3,31**
SO_3[1])	0,03	**0,08**	0,03	**0,07**	0,02	**0,06**	0,12	0,05	**0,14**	0,06	**0,19**

Auf Grund dieser Feststellungen über die zum Teil recht wesentliche Verschiedenheit der chemischen Beschaffenheit der Bau- und Kuhlerden gelangen wir nunmehr zu einer Erklärung der mutmaßlichen Wirkung bezw. des günstigen Einflusses der letzteren auf die ersteren, jedoch nicht vollauf in dem erst kürzlich

[1]) Vermutlich in der Form von Gips vorhanden.

von O. Waggershauser[1]) geäußerten Sinne, der die Hauptwirkung der Pütt- oder Kuhlerde einmal als eine rein physikalische, bedingt durch den Sandgehalt derselben, zum anderen in einer direkten Kalkwirkung sieht, wenngleich auch wir beide Einflüsse in ihrer Wirkungsweise als durchaus im hohen Maße mitbeteiligt anerkennen. Jedoch allein können sie unseres Erachtens das Problem nicht zur Lösung bringen, da sonst eine Melioration der oberen Marschbodenschichten mit Kalk und Sand zum gleichen Ziele führen müßte, was aber bisher zumeist in Frage gestellt worden ist.[2]) O. Waggershauser faßt dagegen sein Urteil folgendermaßen zusammen:

1. „Die physikalische Wirkung. Durch den Sandgehalt der Pütterde wird der schwere, undurchlässige Marschboden in seinen physikalischen Eigenschaften wesentlich verbessert und dadurch die Bearbeitung erleichtert. Nach den Angaben der praktischen Landwirte ist diese Erleichterung so groß, daß in der Bespannung der Arbeitsgeräte wesentliche Ersparungen gemacht werden können. Die Wasserdurchlässigkeit des Bodens wird erhöht und die Gefahr der stauenden Nässe stark herabgemindert. Die Lockerung, Krümelung und vermutlich auch die Durchlüftung ist eine wesentlich bessere, was sich naturgemäß in frischerem Wachstum und besserem Durchhalten der Bestände bei extremen Witterungsverhältnissen, wie Kälte, Trockenheit, überreiche Niederschläge usw., äußert."

2. „Die Kalkwirkung. Die ganze ‚alte Marsch' ist nach zahlreichen Untersuchungen stark sauer und dadurch sehr kalkbedürftig, was zahlreiche hier durchgeführte Untersuchungen über den Reaktionszustand dieser Böden erneut bestätigen. Im Mittel der Fälle bringt eine Bepüttung von 300 cbm je Hektar eine Menge von mehr als 300 dz reinem kohlensauren Kalk je Hektar auf das Land. Diese Menge dürfte genügen, um den Boden auf Jahrzehnte hinaus hinreichend mit Kalk zu versehen. Es ergaben hiesige Untersuchungen, daß selbst bei schwacher Bepüttung noch 40—50 Jahre nach derselben der Reaktionszustand auf bepüttetem Land ein wesentlich günstigerer war als auf anschließenden unbepütteten Vergleichsstücken."

---

[1]) Vgl. O. Waggershauser, l. c. S. 70.
[2]) Vgl. Clausen, l. c. S. 1.

„Beide Wirkungen sind eng miteinander verbunden und lassen sich nur schwer trennen, da auch Kalk, wenn auch auf relativ kurze Zeit, eine physikalische Verbesserung des Bodens zur Folge hat. Daß die physikalische Wirkung des Sandes in der Pütterde sehr beträchtlich sein muß, geht jedoch deutlich aus einer Reihe von Versuchen zwischen alt bepütteten und gekalkten Flächen hervor."

Die von uns erneut festgestellte und durch Analysenmaterial belegte, längst anerkannte Erscheinung[1]) der starken Verwitterung und Entkalkung der alten Marsch führt zweifellos, worauf auch schon P. Ehrenberg mit Recht hingewiesen hat, u. a. zu einem Zusammensinken des Bodens, womit ein Verlust an Hohlräumen und eine verminderte Luftzirkulation in Verbindung steht, wenn schon auch noch andere Ursachen hierfür gleichfalls mit in Frage kommen. Ehrenberg[2]) beschreibt sie wie folgt: „Bedingt ist dies Zusammensinken zum Teil durch Wasserverlust, also durch Schrumpfung, dann durch allmähliche Zersetzung der als Humus im Marschboden verbliebenen, organischen Reste aus der Zeit der Aufschlickung, durch teilweise Zersetzung ganzer Humus- und Moorlager tiefer gelegener Schichten, ferner durch Auflösung von Bodenkrümeln, die durch kohlensauren Kalk gefestigt und zusammengehalten waren, durch Auflösung der Kalküberreste von Seetieren, wohl auch durch Auswaschung von Kalk aus seinen Bindungen an Humusstoffen und deren dann erfolgendes Wirken als Schutzkolloide". Hiermit steht, worauf Ehrenberg gleichfalls hinweist, eine geförderte Durchfeuchtnng des Bodens unmittelbar in Verbindung, insofern das Land dem Grundwasserspiegel näher gerückt wird und der dichter gelagerte Boden sich durch Kapillarität mit Wasser vollsaugt, so daß ganz allgemein, jedoch örtlich mehr oder weniger ausgeprägt, der Marschboden „eine stärkere Wasserfüllung auf die Einheit des Porenvolumens" aufweist. Ein entschieden erhöhtes Vermögen, Wasser durch Kapillaritätskräfte in sich aufzunehmen, vermochten auch wir für die Bauerden gegenüber den Kuhlerden bei unseren diesbezüglichen

[1]) Vgl. u. a. F. Schucht, Beitrag zur Geologie der Wesermarschen. Stuttgart 1903.

[2]) P. Ehrenberg, Die vermutlichen Ursachen der Schwierigkeiten des Obstbaues im „alten Lande". Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. und Bdk. B. Bd. 7, S. 266.

Untersuchungen festzustellen. Unter diesen Verhältnissen einer geringeren Durchlüftung müssen aber die auf dem Marschboden angebauten Pflanzen entschieden leiden, ebenso wie die bakterielle Tätigkeit in derartigen Böden infolge des Mangels an Sauerstoff gehemmt erscheint. Die gleichzeitig erfolgte Entkalkung des Bodens fördert aber alle genannten ungünstigen Einflüsse, da die solchen entgegenwirkende Krümelstruktur fehlt bezw. zerstört worden ist. Auch eine Durchschlämmung des Bodens bei mangelndem Gehalt an Kalk durch Regenwasser wird eintreten und die in die Tiefe wandernden Mengen an Ton und feinsten Teilchen werden abermals eine Verschlechterung des physikalischen Bodenzustandes herbeiführen, die sich in ihrer Gesamtheit in der Richtung erhöhter Wasserführung und verminderter Luftfassung auswirken wird, wodurch die Bodenversauerung gleichzeitig mehr oder weniger stark zur Auslösung gelangt.

Einem derartig umgewandelten Boden fehlt es vor allen Dingen an Luft, und es muß ihm das überschüssige Wasser entzogen werden, und wenn dieses auch zum Teil durch Kalkung und Sandzufuhr sicherlich erreicht werden kann, so fehlt es doch an einem Mittel, um den alten Bodenzustand wieder herzustellen, der die Regelung der Nährstoffzufuhr und des Nährstoffaustausches für die Pflanzen übernimmt. Das vermag der Kalk aber nicht allein, wenngleich er auch viele der entstandenen Schäden zu beheben imstande ist. Auch nicht eine noch so zweckmäßig bemessene Düngung vermag solches herbeizuführen, ebenso wenig wie eine Melioration mit Sand, sondern nur ein Material, das noch jene im Boden durch den Verwitterungsvorgang zerstörten Bodenbestandteile in einem wenig oder nichtangegriffenen Zustand und in größeren Mengen enthält, wie gerade die Kuhlerde, die den Marschboden noch im ursprünglichen oder doch wenigstens nur geringfügig veränderten Zustande darstellt. Allerdings ist den noch nicht zerstörten „Verwitterungssilikaten“ auch nicht allein die günstige Wirkung auf den Marschboden zuzuschreiben, denn ohne die Gegenwart von Kalk würden sie wohl kaum dazu imstande sein. Der Kalk unterstützt sie aber insofern, als durch ihn dafür gesorgt wird, daß die Krümelstruktur im Boden wieder hergestellt wird, und auch die „Verwitterungssilikate“ durch die neueinsetzende Verwitterung, der sie nunmehr, da sie an die Oberfläche gebracht, ausgesetzt sind, nicht so schnell zerstört werden.

Ferner wird durch die Gegenwart des Kalks dafür gesorgt sein, daß die „Verwitterungssilikate", solange noch Kalk in genügender Menge vorhanden ist, mit Basen gesättigt bleiben und infolgedessen keine saure Reaktion entsteht. Die weiteren günstigen Beeinflussungen des Kalks in Hinsicht auf die Bewegung des Wassers im Boden, Bakterientätigkeit u. dgl. m. gesellen sich noch hinzu und versetzen wenigstens zeitweise den alten Marschboden in eine dem früheren Zustand ähnliche Beschaffenheit, wenngleich ein solcher wohl nicht im vollen Ausmaße durch die Bekuhlung wieder erreicht werden kann. Dies ist wohl schon allein deshalb nicht möglich, weil im Verhältnis zur Gesamtbodenmenge nur ein geringer Teil von Kuhlerde auf und in den Acker verteilt werden kann. Da die Verwitterung auf die Kuhlerde nach ihrer Aufbringung in gleicher Weise einwirkt als auf den Marschboden, so erklärt sich die Tatsache ohne weiteres, daß die Bekuhlung nur eine Reihe von Jahren vorhält. Daß die Bekuhlung im ersten Jahre noch nicht deutlich in Erscheinung tritt, hängt wahrscheinlich mit dem Umstande zusammen, daß sich die gewünschten Strukturverhältnisse des Bodens erst allmählich einzustellen vermögen, indem der in der Kuhlerde zugeführte Kalk durch die Verwitterung in Lösung gebracht erst nach langsamer Durchtränkung des Erdreiches in besagter Richtung zu wirken imstande ist.

Unsere Auffassung von der Wirkung und dem Einfluß der Kuhlerde auf den oberen Marschboden (Bauerde) geht also kurz zusammengefaßt dahin, daß wir die Ursache ihrer günstigen Wirkungsweise in zweierlei Umständen erblicken, und zwar erstens in dem durch die Verwitterung mit der Zeit hervorgerufenen ungünstigen Zustand der oberen Marschbodenschichten und zweitens in dem Vermögen der Kuhlerde, diesen Zustand, wenigstens zeitweilig, zu beheben. Hierfür sprechen nachstehende Gründe:

1. Der für die Pflanzenkultur ungünstige Zustand der älteren (oberen) Marschbodenschichten ist die Folge eines ganz naturgemäßen Vorganges (Verwitterung), der sich unter den natürlichen Verhältnissen der örtlichen und regionalen Lage der Marschböden vollziehen muß oder mußte. Er besteht darin, daß der Boden durch meteorische Niederschlagswasser mit der Zeit stark ausgewaschen, d. h. verwittert wird. Dieser Einfluß erstreckt sich

nicht nur allein auf den Gehalt der Marschen an Kalk, wenngleich dieser Vorgang auch der augenfälligste ist, sondern ebenso auf die sonstigen Bestandteile des Bodens und somit auch auf die eigentlichen Träger des Fruchtbarkeitszustandes im Boden, nämlich auf die „austauschfähigen Körper", zumeist fälschlich als „zeolithartige Körper" oder „Bodenzeolithe" benannt, wie sie uns durch die Bestimmung des sogenannten „Verwitterungssilikates" in ihrer Beschaffenheit und Anteilnahme festzustellen möglich sind. Die für einen „gesunden" Zustand dieses Verwitterungskomplexes notwendigen basischen Anteile derselben sind durch den Vorgang einer zuweitgehenden Zerlegung herausgenommen, d. h. ausgewaschen worden, wohl auch unterstützt durch eine zu starke Stoffentnahme, wie sie eine hohe Beanspruchung des Bodens durch Pflanzenkultur mit sich bringt und woran auch eine Düngung nicht immer etwas zu ändern vermag. Aber nicht nur diesem Umstande allein ist der ungünstige Bodenzustand zuzuschreiben, auch noch andere Verhältnisse haben dafür gesorgt, so vor allen Dingen das gleichfalls ganz naturgemäß erfolgende Zusammensinken der Marschbodenschichten mit ihren verderblichen Folgen, von denen schon eingehend die Rede war. Jedoch gerade diese Folgen mußten sich besonders auf den Pflanzenwuchs geltend machen, zumal sie alle in ein und derselben Richtung liegen, die durch die natürlichen Bedingungen, unter denen der Marschboden sich nun einmal befindet, noch verstärkt werden, insofern das örtliche Klima wie die örtliche Lage für reichliche Wasserzufuhr von allen Seiten her sorgen. Auch die in den Marschen übliche starke Düngung mit Stallmist, die wiederum bedingt ist durch rein örtliche Verhältnisse, hat ihren gewissen Anteil daran. Letzten Endes ist es also der physikalische Zustand der oberen Marschschichten, dem die Schuld beizumessen ist, daß das Gedeihen der Kulturpflanzen behindert, ja sogar geschädigt ist. Der Marschboden leidet von Natur aus an zu großer Nässe und als schwerer Boden machen sich für ihn alle Einflüsse, die in Richtung einer Verstärkung dieses Zustandes liegen, besonders stark fühlbar.

2. Es kann daher wohl eine Dränage Abhilfe schaffen, aber doch nur bis zu einem gewissen Grade, denn wenn dieselbe auch wohl Wasser zu entfernen vermag, so ändert sie doch nicht die physikalische Beschaffenheit des Bodens an sich, sondern diese bleibt vor wie nachher die gleiche, um ihre ungünstigen Ein-

flüsse bei gegebener Gelegenheit, also bei Wasserreichtum, wieder auszuüben. Meliorationen mit geeigneten Materialien, die auch imstande sind, den physikalischen Bodenzustand zu verändern, werden also das einzige Mittel (neben Dränage) sein können, verbessernd auf den Marschboden einzuwirken. Am nächsten liegen für diesen Zweck die Heranziehung und Benutzung einerseits von Kalk und andererseits von sandigem Material. Aber der Kalk vermag doch auch nur dann im schweren Boden eine günstige physikalische Beschaffenheit zu entfalten, wenn dieser noch alle diejenigen Bestandteile enthält, die einer solchen Beeinflussung fähig sind, die also ausgeflockt oder gekrümelt u. dgl. werden können. Jedoch diese sind durch den Verwitterungsprozeß weitgehend zerstört, ja zum Teil in die unteren Schichten des Bodens geführt worden, um dort in Gestalt des Knicks zu verbleiben. Für die Melioration mit Sand gilt ungefähr dasselbe wie für die Dränage, sie vermag eben auch nur rein physikalisch zu wirken, nicht aber den chemischen Zustand des Bodens in bezug auf die wertvollsten Anteile desselben zn verbessern. Die rein erfahrungsgemäß gemachte Beobachtung, daß durch eine Melioration vermittels der Untergrundschichten eine Verbesserung des Bodenzustandes der alten Marsch möglich sei, war das passendste Mittel, da es das natürlichste ist, denn nur auf diese Weise konnte dem gealterten Boden seine natürliche Frische wiedergegeben werden, wenn auch aus naheliegenden Gründen nur zeitweise. Nicht nur, daß durch die Kuhlerde wenig angegriffenes unverwittertes Material, Kalk und Sand dem Boden zugeführt wird, sondern auch unter diesen Verhältnissen der Kalk seine ihm eigentümlichen günstigen Einflüsse auf den Boden wieder auszuüben vermag, indem die hierfür notwendigen Bestandteile im Boden vorhanden sind, die er physikalich zu verändern imstande ist. Hiermit stehen auch im völligen Einklang die von C. Clausen ausgeführten Vegetationsversuche, die deutlich zeigen, daß weder Kalk an sich, noch Sand an sich in der Lage ist, den Marschboden in gleich günstigem Sinne zu beeinflussen als die Kuhlerde. Sie seien infolgedessen hier nachstehend wiedergegeben.

	I	II	III	IV	V	VI
	Marscherde ohne Zusatz	Mit 15 % Blausand (enthaltend 3,58 % $CaCO_3$)	Mit 15 % Geestsand ohne Kalk	Mit kohlensaurem Kalk entsprechend der Menge bei II	Mit Ätzkalk entsprechend der Kalkmenge bei II	Mit Geestsand und kohlensaurem Kalk entsprechend der Menge bei II
	Ertrag in Gramm.					
	Bohnen (geerntet am 20. August).					
Körner	72,5	116,0	70,0	103,5	89,5	74,0
Stroh	112,5	139,0	106,0	134,5	111,5	145,0
	Sommerweizen (geerntet am 20. August).					
Körner	32,9	37,6	31,1	35,1	35,9	34,6
Stroh	60,3	66,2	62,8	63,1	63,1	69,9
	Klee, grün (geerntet am 9. August und 3. Oktober).					
I. Schnitt . .	167,0	203,0	177,00	198,00	207,00	209,00
II. Schnitt . .	80,5	106,0	80,75	108,25	120,25	107,70
Summa	247,5	309,5	257,75	306,25	327,25	316,70

Erweisen sich dagegen beim Anbau von Klee die Erntergebnisse scheinbar abweichend, so läßt sich dieses ungezwungen mit dem starken Bedürfnis des Klees an Kalk erklären, d. h. es handelt sich hier um einen besonderen Fall.

Daß unter den obwaltenden Umständen die Bekuhlung eine Lockerung und damit günstigere Bearbeitungsmöglichkeiten schafft, wie solches vielfach hervorgehoben worden ist, versteht sich daher ohne weiteres. Aber gerade die Lockerung sorgt für die Durchlüftung, verhindert stauende Nässe und Entstehung von saurer Reaktion, da nunmehr eine geregelte Zersetzung der organischen Substanz gewährleistet ist. Bakterientätigkeit und Nährstoffaustausch nehmen zu und dementsprechend letzten Endes auch das freudige Wachstum der Pflanzen.

Wenn nun aber die Ursachen der Bekuhlung in vorgenannter Richtung zu suchen sein sollen, so taucht doch andererseits die berechtigte Frage auf, wie es kommt, daß die unteren Schichten des Marschbodens, also die Kuhlerden, ihre ursprüngliche Kraft bewahrt haben, und warum wir mit ihnen meliorieren können, während doch bekannt ist, daß man den gewöhnlichen Ackerboden

der humiden Gebiete nur meist zu seinem Schaden mit dem Untergrundboden vermischen kann, wenngleich es wiederum in den ariden und tropischen Gebieten möglich ist. Die Antwort darauf dürfte wohl in der Weise zu geben sein, daß die Verwitterung im ariden und tropischen Gebiet sehr tiefgründige Böden erzeugt und infolgedessen eine Melioration des Ober- mit dem Untergrunde leicht und mit Nutzen durchführen läßt, ganz im Gegensatz zu den Verhältnissen in unseren Breiten, woselbst der noch nicht stark genug verwitterte Untergrund bei einer derartigen Maßnahme ungünstige Einflüsse auf den Obergrund ausüben muß. Bei den Marschböden liegen dagegen die Verhältnisse wohl derartig, daß sie nicht an Ort und Stelle hervorgegangene Verwitterungsböden sind, sondern Schwemmlandböden ganz bestimmter Art, und hieraus erklärt es sich, daß sie von der besonderen Art ihrer Entstehungsweise her leicht Verwitterungseinflüssen unterliegen, da ihre Bestandteile hierfür gewissermaßen als vorgebildet angesehen werden dürfen. Die tiefen Marschbodenschichten waren aber lange Zeit vor der oberflächlichen Verwitterung durch die überlagernden Knickschichten geschützt, und es kann sich diese, nachdem die unteren Schichten an die Oberfläche geschafft worden sind, ganz besonders wirksam erweisen. Somit läßt sich auch dieser Umstand deuten.

Weitere sich hieran anschließende experimentelle Untersuchungen sowie Vegetationsversuche werden jedoch erst zu entscheiden haben, ob die aus dem chemischen und physikalischen Verhalten der Bauerden und Kuhlerden abgeleitete Ansicht von der günstigen Wirkung der letzteren zu Recht besteht, ob sich also gewissermaßen in dem vorliegenden Fall Theorie und Praxis decken werden. Über diese Versuche soll später berichtet werden.

Göttingen im Februar 1930.

Studien über den Wasserhaushalt des Hafers.

Ein Beitrag zum Xerophytenproblem unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.

Von

Dr. KONRAD MEYER.

(Aus dem Institut für Pflanzenbau der Universität Göttingen.)

(Mit 13 Abbildungen.)

Inhaltsübersicht.

Seite

Einführung und Problemstellung 32
Die Definition der Begriffe Xerophytismus und Hygrophytismus bei unseren landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und Rassen, sowie die sich hieraus ergebenden Forderungen für die Versuchsmethodik 37
A. Die ökologischen und funktionellen Anpassungen an hohe und geringe Boden- und Luftfeuchtigkeit sowie an wechselnde Wasserverhältnisse 44
1. Die Leistungsfähigkeit der Versuchssorten bei normalen und erschwerten Wasserverhältnissen 46
a) Bei wechselnder Bodenfeuchtigkeit und nach Eintritt verschiedener Welkeperioden 46
b) Bei verschiedener Lufttrockenheit 54
c) Die Ertragskomponenten i. e. S. 56
2. Der Xerophytismus und die Brauchbarkeit xeromorpher Merkmale als Kennzeichen des Wasserhaushaltes 59
a) Wurzelentwicklung und relative Wurzelmasse 62
b) Die morphologischen Merkmale der oberidischen Pflanzenteile 73
c) Die anatomischen Merkmale 93
d) Der Entwicklungsrhythmus als Xerophytenmerkmal und die Besonderheiten der Trockensubstanzanhäufung 107
3. Zusammenfassung und Auswertung der bisherigen Ergebnisse für die osmotischen Verhältnisse in der Pflanze 125
B. Der Wasserhaushalt 130
1. Der absolute Wasserverbrauch der Sorten in den Gefäßversuchen 130
2. Die gewichts- und flächenrelative Transpiration 138
a) Die Produktivität der Transpiration 140
b) Die Transpiration als Kriterium der Dürreresistenz 145
3. Die physiologischen Grundlagen der Dürreresistenz 165
a) Das Verhalten der Pflanzen beim Welken 165
b) Die Untersuchung des Zellsaftes 175
c) Die Wasserkulturen 179
4. Zusammenfassung 191
Literatur 197

Einführung und Problemstellung.

Die Rolle des Wassers als Wachstumsfaktor ist seit langem ein bevorzugter Gegenstand der Forschung.

Für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion war es vor allem wichtig, die Ansprüche der Kulturarten und -rassen an den Wasservorrat im Boden festzustellen, um danach die Anbauwürdigkeit auf verschiedenen Standorten zu beurteilen. Die ersten Untersuchungen dieser Art stammen von Hellriegel (42) und Wollny (140), die den Wasserverbrauch der verschiedenen Arten unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zu ermitteln suchten. Wir finden in diesen Arbeiten bereits eingehende Studien über die Wasserverdunstung der Pflanzen in ihrer Abhängigkeit von Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit, der umgebenden Atmosphäre sowie anderen äußeren und inneren Faktoren. Durch die langjährigen Arbeiten v. Seelhorsts (114—116) und seiner Mitarbeiter wurden die von den älteren Forschern überlieferten verhältnismäßig rohen Angaben über die Wasseransprüche unserer Kulturpflanzen weiter vervollständigt.

Anschließende wertvolle Arbeiten deutscher und amerikanischer Forschungsstätten bestätigten und vertieften die Ergebnisse, so daß wir über die Wasseransprüche unserer wichtigsten Kulturarten gut unterrichtet sind. Als Maß des Wasserbedarfs galt allgemein der relative Wasserverbrauch (v. Seelhorst), der spezielle Wasserbedarf (Remy [93—94]) oder Transpirationskoeffizient (water requirement nach Briggs und Shantz [16]) d. h. das Verhältnis der transpirierten Wassermenge zur produzierten Trockenmasse. Auch die Frage, in welcher Weise verschiedene Bodenfeuchtigkeit bei verändertem Nährstoffvorrat auf die Entwicklung der Kulturpflanzen einwirkt, wurde bereits erfolgreich bearbeitet. Einen guten Überblick über diese grundlegenden Untersuchungen und deren Ergebnisse und Versuchsmethoden finden wir bei v. Seelhorst (113): „Die Bedeutung des Wassers im Leben der Pflanzen“ und bei Briggs und Shantz (16). Mit diesen Arbeiten schließt aber eine bestimmte Entwicklung in der Geschichte der Erforschung des Wasserproblems ab. Den beteiligten Forschern kommt das unbestrittene Verdienst zu, die grundlegenden Kenntnisse über die Bedeutung des Wassers insbesondere in seiner Eigenschaft als Lösungs- und Transportmittel sowie als formbildendes Element und

darüber hinaus die noch jetzt allgemein gültigen Anschauungen über die Wasseransprüche unserer Kulturpflanzenarten experimentell geschaffen zu haben.

In den letzten Jahrzehnten jedoch macht sich im Pflanzenbau immer mehr das Bestreben geltend, innerhalb der Grenzen einer Kulturart die verschiedenen Sorten und Züchtungen hinsichtlich wertvoller physiologischer Eigenschaften, insbesondere ihrer Eignung für die verschiedenen Klima- und Bodenverhältnisse kennen zu lernen. Das Ziel dieser Bestrebungen ist, einen Sortenbau auf pflanzengeographischer Grundlage (Werneck-Willingrain [138—139]) zu schaffen. Die Erfahrungen unseres langjährigen Sortenprüfwesens haben zur Genüge gezeigt, daß jede Züchtung nur unter besonderen Umweltsbedingungen zu guten Leistungen befähigt ist. Die Vorbedingungen für eine Höchstleistung der Sorte kennen zu lernen, setzt einmal eine gründliche Kenntnis der Außenverhältnisse, denen die Pflanzen während ihrer Vegetationszeit ausgesetzt sind, zum anderen ein eingehendes Studium der inneren physiologischen Vorgänge in der Pflanze voraus.

Die praktische Erfahrung lehrte weiterhin, daß die Erträge unserer Kulturpflanzenarten und -sorten in erster Linie durch den Wachstumsfaktor Wasser und zwar weniger durch die Gesamt- oder Durchschnittsmenge der Niederschläge als durch deren Verteilung in den einzelnen Entwicklungsperioden bestimmt werden. Die Praxis unterscheidet daher schon zwischen Sorten mit hoher und geringerer Widerstandsfähigkeit gegen vorübergehende Trockenperioden (Xerophyten-Hygrophyten).[1]) Da nun die Verteilung der Niederschläge in unserer Heimat selbst auf kleinstem Raum sehr unregelmäßig ist, hat man in neuerer Zeit den Fragen des Wasserhaushalts unserer Sorten und Züchtungen erhöhte Beachtung geschenkt. Vor allem geht das Bestreben dahin, dem Züchter eine einfache Methode an die Hand zu geben, mit der er auf schnellerem Wege, als es bislang mit unserem Feldversuchswesen möglich war, die physiologische Leistungsfähigkeit seiner Neuzüchtungen und Stämme ermitteln kann. Es lag nun nahe, daß man zunächst auf die alten bewährten Methoden, mit deren Hilfe man die

[1]) Es sei hier vorweggenommen, daß der Begriff des Xerophytismus bei unseren landwirtschaftlichen Kulturpflanzen nicht die gleiche Bedeutung besitzt wie in der Pflanzenökologie, worauf in den nächsten Seiten noch eingehend hingewiesen werden soll.

Wasseransprüche der einzelnen Kulturpflanzenarten hatte ermitteln können, zurückgriff und sie in den Dienst des neuen Forschungszweiges, der Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unserer Sorten gegen Trockenperioden, stellte. Es gehen derartige Untersuchungen schon auf v. Seelhorst und Remy zurück, auch Briggs und Shantz arbeiteten bereits mit verschiedenen Varietäten einer Art. Aus diesen älteren Versuchen erfahren wir aber keine eindeutigen Ergebnisse. Auch neuere Versuche mit Hilfe der Transpirationskoëffizienten allein (absoluter Wasserverbrauch pro Einheit Trockensubstanz) die Wasseransprüche verschiedener Sorten und Züchtungen und die Eignung der Sorten für bestimmte Klimagebiete zu ermitteln, wie z. B. in Arbeiten von Hildebrand (46), Scheibe (105) und Arland (2) fielen unbefriedigend aus, während allerdings Opitz und Rathsack (87) sowie Berkner und Schlimm (9) zu zufriedenstellenden Ergebnissen kamen.

Es ist das Verdienst Maximows (69), zum ersten Male darauf hingewiesen zu haben, daß Trockenheitsliebe nicht identisch ist mit Dürreresistenz. Die Xerophyten unterscheiden sich aber von den Hygrophyten nicht durch ihre Trockenheitsliebe sondern durch ihre Dürreresistenz! Die Höhe der Transpirationskoëffizienten besagt aber noch nichts über den Grad der Dürreresistenz, in der Weise etwa, daß niedriger Koëffizient mit Xerophytismus der Pflanze verbunden sein muß. Diese von Maximow klar formulierten Anschauungen über das Wesen des Xerophytenproblems, die sich auf eine Reihe subtiler Untersuchungen des pflanzenphysiologischen Laboratoriums in Tiflis stützen, ferner die bald darauf erschienenen, ähnliche Zwecke verfolgenden Arbeiten von Huber (47) und Walter (135), hatten die Erkenntnis zur notwendigen Folge, daß man in Zukunft mit ganz anderer Blickrichtung an das Problem des Wasserhaushalts unserer Kultursorten heranzugehen habe. Im ursächlichen Zusammenhang mit der Dürreresistenz stehen die inneren physiologischen Eigenschaften der Pflanze; nicht die äußeren Merkmale, die man allgemein nur vom morphologisch-teleologischen Standpunkt aus zu betrachten, und daher als zweckmäßige Anpassungen an die Wasserverhältnisse zu erforschen gewohnt war, bedingen den Grad der Dürreresistenz.

Das Xerophytenproblem unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen ist daher nicht zu lösen, wenn wir, in Analogie mit der

Forschungsweise, wie sie sich bei Untersuchung der Beziehungen zwischen Nährstoff und Ertrag bewährt hat, die Abhängigkeit der Trockensubstanzproduktion von der zugeführten bezw. transpirierten Wassermenge zu erforschen suchen. Denn das Wasser ist kein Nährstoff im eigentlichen Sinne. Es kommt vielmehr auf den Sättigungszustand an, in dem sich die Pflanze in bezug auf das Wasser befindet, also auf die für den Ablauf aller Lebensvorgänge viel wichtigere Bedeutung des Wassers als Dispersionsmittel der hydrophilen Kolloide des Protoplasmas und die Eigenschaften des osmotisch gebundenen Wassers. „Dieser Wassersättigungszustand einer Pflanze und somit auch der Quellungszustand des Protoplasmas hängen aber weder von der Wasseraufnahme noch von der Wasserleitung oder Transpiration allein ab, sondern stets von allen diesen drei Vorgängen zugleich, also von der sogenannten Wasserbilanz.“ (Walter [136, S. 9.]) Diese jetzt allgemein zur Herrschaft gelangte Auffassung in der Botanik, die wir in erster Linie der neueren auf rein physiologischer Grundlage arbeitenden experimentellen Pflanzenökologie verdanken, kann nicht ohne Einfluß auf die Behandlung des Wasserproblems unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen bleiben. Einmal muß die Transpiration, die bisher vornehmlich als wichtigstes Kriterium des Xero- bezw. Hygrophytismus einer Pflanze galt, eine geringere Bewertung erfahren, da sie ja nur einen Teilvorgang darstellt, zum anderen aber sind in methodischer Hinsicht gründliche Änderungen notwendig. Denn es erscheint nun aussichtsreicher, Pflanzen in ihren Beziehungen zum Wasser zu erforschen, indem man diesen Wachstumsfaktor nicht in konstanter Menge während der ganzen Wachstumsperiode zuführt, sondern ihn im Laufe des Wachstums in wechselnder Menge verabreicht. Gerade die Extremlagen der Außenbedingungen entscheiden darüber, ob die Pflanze gedeihen kann oder nicht und bestimmen das Maß der xerophilen Anpassung (vgl. Huber [13]). Ferner müssen nun in ähnlicher Weise, wie man sich früher vornehmlich der Ermittlung der Transpiration und der die Transpirationsstärke bedingenden Faktoren widmete, jetzt sämtliche an der Wasserbilanz beteiligten Faktoren, soweit sie einer zahlen- und gewichtsmäßigen Ermittlung zugänglich sind, in die Untersuchung einbezogen werden. Hierdurch wird die Versuchsanstellung und Durchführung zwar komplizierter und erfordert größere technische Hilfsmittel, die Auswertung und Deutung

der Befunde wird aber dafür inhaltsreicher, da diese Forschungsweise auf dem Wege der Analyse und Synthese biologischer Vorgänge der Erkenntnis der Ursachen und Bestimmung der Wirkungen näher zu kommen versucht.

Die Behandlung kulturpflanzenphysiologischer Probleme in diesem soeben gezeigten Rahmen erfährt nun dadurch in methodischer Hinsicht eine nicht unwesentliche Erschwerung, als die Ermittlung der meist geringen Unterschiede der verschiedenen Rassen innerhalb einer Art eine für quantitativ vergleichende Betrachtung und Massenuntersuchung geeignete Methodik erforderlich macht. Anderseits können bei der sortenvergleichenden Forschungsweise, die sich innerhalb der Grenzen einer Art bewegt, manche Vorsichtsmaßnahmen und Bedenken fortfallen, die der Pflanzenphysiologe bei einem Vergleich und einer Gegenüberstellung verschiedener Arten mit großer phylogenetischer Distanz und beträchtlicheren Unterschieden im ganzen Stoffwechsel zuweilen berücksichtigen muß. Jedenfalls ist eine Übertragung der in der Botanik gebräuchlichen und bewährten Methoden auf die landwirtschaftlichen Zwecke nur in wenigen Fällen möglich; ebenso sind die methodischen Grundlagen für die neue Forschungsweise des Wasserhaushalts unserer Kultursorten noch nicht restlos geklärt. Wir können daher auch der züchterischen Praxis noch kein allgemein gültiges und leicht faßbares Merkmal zur Charakterisierung der wasserökologischen Ansprüche ihrer Zuchtprodukte an die Hand geben. Um so erfreulicher ist es aber, daß man in den letzten Jahren von verschiedener Seite zielbewußt und mutig an den ganzen Fragenkomplex von neuen Gesichtspunkten aus herangegangen ist (Scheibe [105], Zade [143], Arland [2], Mader [68], Merkenschlager [73], Klinkowski [59] u. a.) und bereits schöne Erfolge erzielt hat.

Ich hoffe mit diesen einführenden Sätzen die Entwicklung des Wasserhaushaltsproblems unserer Kulturpflanzen und zugleich meine grundsätzliche Einstellung zu diesem Fragenkomplex genügend klargelegt zu haben. In vorliegender Arbeit ist einmal der Versuch gemacht, an Hand mehrjähriger Versuchsergebnisse mit einigen Hafersorten verschiedener ökologischer Gruppen das Xerophytenproblem nach den oben gekennzeichneten Gesichtspunkten zu behandeln. Dabei soll zunächst die ökologische Gesamtwirkung d. h. die für unsere landwirtschaftlichen Belange

vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit aus wichtige Leistungsfähigkeit der ökologisch differenzierten Rassen in den Vordergrund der Betrachtungen gestellt werden. Von dieser Feststellung des Gesamteffektes ausgehend, werden die ökologischen und funktionellen Anpassungen der verschiedenen der Ernährung dienenden Organe vergleichend untersucht. Besonders eingehend glaubte der Verfasser das Transpirationsproblem und die Frage der Transpirationsgröße als Kriterium der Dürreresistenz behandeln zu müssen. Während so der erste Teil der Arbeit eine beschreibende Darstellung der wichtigsten Anpassungsmerkmale enthält und diese gleichzeitig auf ihre Zweckmäßigkeit prüft, soll im zweiten Teil der Wasserhaushalt behandelt werden. Bei der Bearbeitung des Stoffes herrschte das Bestreben vor, eine ursächliche Verknüpfung der am Gesamteffekt beteiligten Einzelvorgänge und eine Verbindung von teleologischer und kausaler Betrachtungsweise im Sinne von Ungerer (130) und Walter (136) zu versuchen. Ich bin mir wohl bewußt, daß das auf diese Weise entstehende Bild noch sehr lückenhaft ist; denn eine solche Betrachtungsweise setzt eine gewisse Abgeschlossenheit analytischer Einzelarbeiten voraus, die auf dem verhältnismäßig jungen Teilgebiet der angewandten Botanik noch nicht vorliegt. Aber dennoch erschien mir die Bearbeitung des sehr umfangreichen Versuchsmaterials nach diesen Gesichtspunkten am meisten anregend, zumal auf diese Weise die Wegrichtung für künftige sortendiagnostische Untersuchungen am deutlichsten hervortritt.

Die Definition der Begriffe Xerophytismus und Hygrophytismus bei unseren landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und Rassen, sowie die sich hieraus ergebenden Forderungen für die Versuchsmethodik.

Bevor wir zur Besprechung der einzelnen Probleme übergehen, erscheint es notwendig, grundsätzlich zu der bei Behandlung sortenkundlicher Fragen jetzt allgemein gebräuchlichen, aber leider auch oft mißbrauchten Bezeichnung Xerophyten und Hygrophyten Stellung zu nehmen.

Diese Benennung für ökologisch verschiedene Sortengruppen ist der Pflanzengeographie entnommen. Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, auf die verschiedenen Auslegungen und Definitionen,

die der Begriff Xerophytismus im Laufe der Entwicklung der Pflanzenökologie in den letzten Jahrzehnten erhielt, einzugehen (vgl. Kamerling [55]). Im Vordergrund des Meinungsstreites steht die Entscheidung über die Frage, ob die Xerophyten nach dem Standort allein (Schimper [108]) oder nicht allein (Walter [136]) einzuteilen sind, — eine Streitfrage, die von den Ökologen noch nicht ausgefochten ist. Für unsere kulturpflanzenökologischen Zwecke ist es belanglos, in welcher Richtung die Entscheidung fallen wird, denn die von ganz anderen Gesichtspunkten ausgehende Behandlung des Wasserproblems macht eine andere Begriffsbestimmung notwendig. Da die bei uns beheimateten Kulturpflanzenarten und -rassen vom Standpunkt der Pflanzengeographie alle zu der großen Gruppe der Mesophyten gerechnet werden müssen, kann man streng genommen nur von einem relativen Xerophytismus sprechen. In unserem Klimagebiet reichen die Niederschläge immer aus, bezw. leiden die Kulturpflanzen nie unter starken Dürreperioden, als daß nicht sämtliche ökologisch verschieden charakterisierte Rassen zu einer ausreichenden Entwicklung kämen und eine mäßige Ernte hervorbrächten. In der Definition muß daher in erster Linie die verschiedene Fähigkeit der Sorten, auch unter erschwerter Wasserversorgung eine hohe Produktion zu gewährleisten, enthalten sein. Eine Sorte, welche in einem hinsichtlich der Wasserversorgung ungünstigen Gebiet mit einer hohen Gesamtleistung abschneidet, wird man xerophiler nennen, als solche, die unter denselben Verhältnissen einen geringeren Ertrag liefert. Wie die praktische Erfahrung lehrt, sind es aber nicht die den Sorten zur Verfügung stehenden Gesamt- oder Durchschnittsmengen an Wasser, welche die Höhe der Erträge bedingen, sondern vielmehr die durch die Niederschlagsverteilung hervorgerufenen und die Bodeneigenschaften und die Verdunstungskraft der Atmosphäre weitgehend beeinflußten zeitweisen Veränderungen im Wasservorrat. Die Fähigkeit einer Sorte, während ihrer Vegetation Perioden des Wassermangels ohne erhebliche Einbuße ihrer Leistungsfähigkeit zu überwinden, entscheidet darüber, ob wir sie als xerophil bezeichnen sollen oder nicht. Diese für unser Klimagebiete abgeleitete Definition des Xerophytismus einer Kulturpflanze lehnt sich eng an die Auffassung Maximows (69) und Tumanows (127)

an, die die Dürreresistenz (drought resistance) d. h. die Widerstandsfähigkeit gegen die in den Kontinentalklimagebieten Rußlands oft miteinander abwechselnden Perioden mit normaler, ungenügender und völlig unterbrochener Wasserversorgung als das wichtigste Merkmal der Xerophyten ansehen. „Was unterscheidet sie gleichwohl von den Pflanzen des Mesophytentypus? Darauf kann man kurz antworten: nicht Trockenheitsliebe, sondern Dürreresistenz." (Maximow 69, S. 19) und an anderer Stelle (70): „Liberally, drought resistance means the capacity of plants to endure drought and to recover readily after permanent Wilting, with the Minimum of damage to the plant itself and to the yield produced." Auch Huber (17) bezeichnet als Xerophyten „alle Pflanzen, die ohne Einstellung ihrer Lebensäußerungen (physiologische) Trockenheit des Bodens oder hohe Verdunstungskraft der Luft ertragen können, wobei wir uns nicht unterfangen, der Pflanze über die Mittel hierzu Vorschriften zu machen" (S. 113).

Aus dieser Kennzeichnung des Begriffs Xerophytismus, die das Schwergewicht auf die Anpassungsfähigkeit an die hinsichtlich der Feuchtigkeit wechselnden Standortverhältnisse und nicht auf die Eigentümlichkeiten hinsichtlich des Wasserverbrauchs legt, ergibt sich bereits die grundsätzlich verschiedene Einstellung zum Wasserhaushaltsproblem zwischen Arland (2), welcher kürzlich in einer sehr interessanten Arbeit das Problem des Wasserhaushalts bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in kritisch-experimenteller Betrachtung behandelte, und mir. Arland will zunächst die „Sorten hinsichtlich ihrer Transpiration unter verschiedenen Umweltseinflüssen kennenlernen, um diejenigen herauszufinden, welche mit dem Wasser sparsam umzugehen verstehen" (S. 129). „Dabei kann die Voraussetzung als richtig angenommen werden, daß Sorten mit hoher Transpirationsgröße und demgemäß großem Wasserbedürfnisse sich nicht für trockene Böden und jene Gegenden eignen, in welchen durch stark austrocknende Winde die Transpiration der Pflanzen beträchtlich erhöht wird. Solche Sorten müssen sowohl in Entwicklung als auch Ertragsfähigkeit hinter Sorten geringeren Wasserverbrauchs zurückbleiben ..." (S. 52/53). Es werden also Wasserverbrauch und Wasserbedarf identifiziert, zwei Größen, die sich nicht immer zu decken brauchen, wie neuerdings auch Opitz und Rathsack (87) feststellen konnten: „Es ist nicht ohne weiteres

anzunehmen, daß die Fähigkeit einer Sorte, viel Wasser zu verdunsten, gleichbedeutend ist mit großer Empfindlichkeit gegen Dürre." „Bei Wasserreichtum des Bodens treiben verhältnismäßig trockenfeste aber anpassungsfähige Sorten auch mit dem Wasser eine Art Luxusverbrauch, ähnlich wie es die Pflanzen bei übermäßiger Düngung mit gewissen Nährstoffen tun. Es wäre deshalb völlig verkehrt, aus dem Wasserverbrauch bei voller oder auch nur hinreichender Sättigung des Bodens auf den Wasserbedarf bezw. auf die Dürreresistenz der Sorten schließen zu wollen (S. 199)."

Ich bin mir wohl bewußt, daß dieser Einteilung der Sorten nach der Dürreresistenz noch mancherlei Mängel anhaften und das damit gezeichnete Bild eines Kulturpflanzenxerophyten noch nicht vollständig ist. So ist beispielsweise in der Definition noch nicht die wichtige Frage der Einwirkung von verschieden hohen Nährstoffgaben und des Kulturzustandes des Bodens auf die Widerstandsfähigkeit gegen Trockenperioden genügend berücksichtigt, einer Frage, mit deren Lösung wir auch eine Verbindung mit dem Begriff „Extensiv-Mediär und Intensivsorte" (Krzymowski [63]) bekommen würden. Jedoch werden wir auch diesen Fragen näher treten können, sobald wir über die physiologischen Grundlagen der Dürreresistenz unserer Kulturarten und Rassen orientiert sind.

Bis zur völligen Klärung dieses Problems muß es aber richtiger erscheinen, zunächst die tatsächlichen Wasserverhältnisse in der Pflanze zugrunde zu legen, als nach dem Standort einzuteilen. Denn man kann den Standort selbst auf kleinstem Raum nicht immer als einheitlich ansehen, so daß wir häufig neben und durcheinander Sorten ganz verschiedener ökologischer Gruppen antreffen (vgl. auch Kraus [62]). Eine große Rolle werden in unserer Heimat die auf kleinstem Raum stark wechselnden Bodeneigenschaften spielen. Wir finden daher auch oft an ein und derselben Zuchtstätte mehrere wasserökologisch deutlich differenzierte Züchtungen derselben Kulturart erfolgreich in Bearbeitung (z. B. Haferzüchtungen der vereinigten Ebstorfer Saatzuchten: Lüneburger Heidegold, Kleykönig, Moorgold).

In experimenteller Hinsicht ergibt sich aus unserer Definition der Xero- und Hygrophyten die notwendige Forderung, eine Methode zu schaffen, die eine während der Entwicklung der

Pflanzen beliebig wechselnde Wasserzufuhr gestattet. Es müssen zu jeder Zeit Trockenperioden, in denen die Pflanzen in verschieden starkem Maße Wassermangel leiden, hervorgerufen werden können. Hierzu halten wir in Übereinstimmung mit Remy (89) und Mitscherlich (78) den Gefäßversuch in hervorragendem Maße geeignet, da man hier die Gleichheit der wichtigsten Wachstumsfaktoren (Bodenart und Menge, Nährstoffe, gleiche Pflanzenzahl, Licht, Unkrautfreiheit usw.) am ehesten und vollkommensten erreichen kann. Aus diesen Gründen wählten wir auch für vorliegende Untersuchungen den Gefäßversuch, indem wir den Einfluß einer sowohl während der Vegetationsperiode wechselnden als auch konstant gehaltenen Bodenfeuchtigkeit in ihrer Gesamtwirkung auf Sorten verschiedener ökologischer Gruppen zu ermitteln suchten. Da aber die Trockenheit nicht allein auf die Bodenfeuchtigkeit sondern auch auf der Verdunstungskraft der Atmosphäre beruht, untersuchten wir auch die Einwirkung verschieden hoher Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung der Pflanze. Die Gefäße fanden zu diesem Zwecke in Glashäusern des Göttinger Instituts für Pflanzenbau unter verschiedenen atmosphärischen Bedingungen Aufstellung. Um den Entwicklungsrhythmus besser verfolgen zu können, war die Versuchsanordnung so getroffen, daß während der Vegetationszeit in Abständen von etwa 8—10 Tagen Zwischenernten vorgenommen werden konnten. Durch diese fraktionierte Erntemethode ergab sich gleichzeitig die Möglichkeit, unter Berücksichtigung des jeweilig vorhandenen Pflanzengewichtes die Bodenfeuchtigkeit im gewünschten Prozentanteil der Wasserkapazität (W. K.) des Substrats konstant zu halten. Da wir ferner den absoluten Wasserverbrauch täglich bezw. einen um den anderen Tag durch Wägen der Gefäße und Auffüllen auf das Sollgewicht (Gefäßtara + Boden + Pflanzengewicht + Prozentanteil der W. K.) ermittelten, waren wir in die glückliche Lage versetzt, die so gewonnenen Transpirationswerte zu den durch die Zwischenernten erhaltenen Gewichtsmengen in Beziehung zu setzen.

Als ein sehr brauchbares Hilfsmittel für unsere sortendiagnostischen Untersuchungen erwiesen sich die Wasserkulturen in Glasgefäßen, die ähnlich wie die Potometer von Pfeffer eine Bestimmung der Wasseraufnahme und Abgabe ermöglichten (vgl. Grafe [37]). Hierdurch wurde es möglich, einen tieferen Einblick

in die Wasserbilanzverhältnisse ökologisch verschiedener Rassen zu erhalten. Wir erschwerten bei den Pflanzen dieser Kulturen die Wasseraufnahme und damit die Aufrechterhaltung der Bilanz dadurch, daß wir den Nährstofflösungen während der Entwicklung Zucker zuführten und dadurch den osmotischen Wert der Lösung erheblich erhöhten.

Außer diesen Versuchen führten wir noch verschiedene Feld- und Laboratoriumsuntersuchungen durch, die der Lösung besonderer Einzelprobleme, insbesondere der Ermittlung der Transpirationsgröße, dienten. Die Versuche wurden in den Jahren 1927—1929, namentlich während der Sommervegetation ausgeführt. Die Untersuchungen aus dem Sommer 1927 trugen meist orientierenden Charakter und sind als Vorarbeit zur Klärung experimenteller Fragen zu werten; sie sind daher zum größten Teil in der vorliegenden Arbeit fortgelassen. Bei der Darstellung der übrigen Versuche sind nicht immer sämtliche Einzelergebnisse aufgeführt, besonders dann, wenn sie in gleicher Richtung lagen. Wir hoffen dadurch unnötige Wiederholungen zu vermeiden.

Als Versuchspflanzen wählten wir Hafer, eine Fruchtart, die von unseren Getreidearten eine besondere Eignung für die Untersuchung physiologischer Fragen in zahlreichen Arbeiten des Göttinger Instituts für Pflanzenbau (v. Seelhorst [113], Tornau [127], Gieren [35], Döpke [29] u. a.) bewiesen hat. Die Auswahl der Versuchssorten war so getroffen, daß sowohl wasseranspruchslose als auch wasseranspruchsvolle Sorten nach Maßgabe feldmäßiger Prüfungen und Erfahrungen vertreten waren. Die Versuchssorten seien im folgenden kurz in ihren Ansprüchen und wichtigen physiologischen Eigenschaften charakterisiert, wobei ich mich vorwiegend auf die Angaben, die wir in den Sortenbeschreibungen von Zade (144), Becker (10) und Berkner (8) finden, beschränke.

Sorte 1: Pflugs Frühhafer. Züchter: Rabbethge — Giesecke-Pflug. Saatzucht. G m. b. H. Berglase auf Rügen. Abstammung: Leutewitzer Gelbhafer 1906. Frühreif; für schlechtere Böden in rauhen Lagen und solche mit ungünstig verteilten Niederschlägen. Erträgt späte Saat. Neigung zu starker Bestockung, nicht immer lagersicher, namentlich auf besserem Boden. Xerophyt.

Sorte 2: v. Kalbens Vienauer. Züchter: v. Kalbensche Saatzuchtwirtschaft Vienau b. Brunau (Altmark). Abstammung: Ligowo, 1903. Buschrispe. Sehr frühreif! Xero-Tropophyt. Auf guten und feuchten Böden weniger zu empfehlen und dort auch nicht genügend lagerfest.

Sorte 3: Kirsches Gelbhafer. Züchter: A. Kirsche-Pfiffelbach, G. m. b. H., Leipzig.

Abstammung: Svalöfs Goldregen 1909. Für alle Böden geeignet. Ansprüche an den Wassergehalt des Bodens nicht übermäßig. Tropo-Xerophyt.

Sorte 4: Probsteier Hafer. Züchter: Verkaufsgenossenschaft für Probsteier Saatgut in Schöneberg in Holstein.

Abstammung: Alte in Holstein beheimatete Landsorte; in züchterischer Bearbeitung seit 1912. Mittelspät, findet zusagende Wachstumsbedingungen auf besseren Böden und in feuchtem Klima. Große Ansprüche an Wassergehalt des Bodens und empfindlich gegen hohe Lufttemperaturen und niedrigen Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Hygrophyt.

Sorte 5: Friedrichswerther Berg-Hafer. Züchter: E. Meyer-Friedrichswerth b. Gotha.

Abstammung: Anderbecker Hafer 1906, letzterer geht auf den Probsteier Hafer zurück. Mittelspät, für schwere Böden und feuchte Lagen. In seinen Ansprüchen dem Probsteier Hafer ähnlich. Hygrophyt.

Sämtliche Sorten sind in das Hochzuchtregister der D. L.-G. eingetragen, wodurch eine beachtliche Leistungsfähigkeit dieser Züchtungen unter den ihnen zusagenden Verhältnissen verbürgt ist. Die D. L.-G. empfiehlt die Sorten 1 und 2 für trockene Lagen und leichte Böden, 4 und 5 für feuchte Lagen und schwere tiefgründige Böden. Sorte 3 besitzt eine große „ökologische Streubreite“ und bewährte sich insbesondere auf mittleren, aber auch auf nicht zu leichten und auf besseren Böden.

A. Die ökologischen und funktionellen Anpassungen an hohe und geringe Boden- und Luftfeuchtigkeit sowie an wechselnde Wasserverhältnisse.

Die Frage nach dem Wesen und der Entstehungsweise der Anpassungen der Lebewesen in der Natur ist eng verknüpft mit den Begriffen Teleologie und Kausalität. Die teleologische und kausale Betrachtungsweise wurden früher meist als gegensätzlich und unversöhnlich miteinander angesehen, daher scharf voneinander getrennt und in ihrer Bedeutung für die Erforschung der belebten Natur grundverschieden beurteilt. Um so erfreulicher ist die in letzter Zeit sich immer mehr durchringende Erkenntnis, daß ein Ausgleich zwischen ihnen möglich scheint. Diese neue Entwicklung tritt deutlich in den logischen Untersuchungen von Driesch (30) und Ungerer (130) in Erscheinung, indem sie zeigten, daß hinter „der Teleologie im Bereiche des Lebens ein andersartiger Grundbegriff verborgen liegt; nicht der Zweckbegriff ist kategorialer Natur, sondern der Begriff der Ganzheit" (Ungerer S. 24). Darum bedeutet die teleologische Betrachtungsweise der Naturwissenschaft weiterhin einfach: „Feststellung, ob einem Vorgang der Charakter des Erhaltungsmäßigen, des Ganzheiterhaltenden zukommt" (Ungerer S. 29). Es liegt aber kein Grund vor, diesen Begriff nicht mit dem Begriff der Zweckmäßigkeit zu verknüpfen, denn Vorgänge in der Pflanze, seien es nun harmonische oder regulatorische, die die Erhaltung der Ganzheit des Organismus bewirken, sind letzten Endes auch als zweckmäßig anzusehen. Auf dieser Grundlage erhält aber sowohl die kausale als auch teleologische, d. h. „Ganzheit beurteilende Betrachtungsweise" ihre Berechtigung. Nur mit Hilfe der teleologischen Betrachtungsweise sind wir in der Lage, wesentliche Charakterzüge der zu unterscheidenden biologischen Vorgänge aufzudecken, welche der kausalen Betrachtung entgehen müssen, die ja nur eine ursächliche Verknüpfung der einzelnen Teilvorgänge anstrebt. So besteht zwischen beiden Betrachtungsweisen eine gewisse Wechselseitigkeit.[1]) Ob wir nun das einheitliche Resultat, die Ganzheit des Organismus zum Ausgangspunkt nehmen und nun auf die Be-

[1]) Vergleiche auch Kants Kritik der Urteilskraft § 66: „Ein organisiertes Produkt der Natur ist das, in welchem alles Zweck und wechselseitig auch Mittel ist."

dingungen zurückgehen (Analyse), oder die wirksamen Elemente und deren kausale Verkettung in den Vordergrund stellen, immer werden die Ergebnisse der ersten, der teleologischen Betrachtungsweise eine notwendige Ergänzung der Resultate kausaler Forschung sein. Erst die Anwendung beider Methoden macht das Bild inhaltsreicher. Wenn wir dieser Auffassung der Begriffsbestimmung und der Berechtigung beider Methoden folgen, ist es für unsere Zwecke wichtiger zu erfahren, einmal ob durch die Reaktionsweise der Pflanze auf die veränderten Außenweltsbedingungen der ungestörte Ablauf der Lebensvorgänge und somit die Erhaltung der Art sichergestellt ist, zum andern in welcher Weise das Gleichgewicht wieder hergestellt wurde. An die Klärung dieser Fragen gehen wir mit beiden Methoden heran. Wir können also die Bezeichnung Anpassung als teleologische und kausale Erscheinung beurteilen. Als Anpassung bezeichnen wir daher solche Vorgänge im Organismus der Pflanze, die zu einer Wiederherstellung gestörter Funktionsganzheit führen. Auf die Erhaltung des Gleichgewichts zwischen Außenwelt und reaktionsfähigem Organismus kommt es an. Bei physikalischen und physikochemischen Vorgängen werden diese Gleichgewichtsverschiebungen durch das Prinzip von Le Chatelier beherrscht, daß man daher des öfteren auch den Regulationen der Pflanze zugrunde gelegt hat (vgl. Walter 136).

Da erhebt sich bei der Erforschung unserer sortenkundlichen Probleme aber sogleich eine besondere Schwierigkeit. Welche der verschiedenen Eigenschaften der Sorte müssen wir als ökologische d. h. als erblich fixierte Anpassungen ansehen, welche Reaktionen sind reversible und können wir also als funktionelle Anpassungen bezeichnen? Die verschiedenen Untersuchungen, die sich mit den Veränderungen morphologischer und physiologischer Eigenschaften von Rassen und Varietäten befassen (v. Seelhorst [113][1]), und neuerdings Schwartz [112], Döpke [29], Ziegler [146] u. a. m.) ergeben, daß unsere Sorten eine ungeheure Modifikationsfähigkeit besitzen. Hierdurch entstehen aber insofern Schwierigkeiten, als wir nicht erkennen und sicherstellen können, ob „normale" Bedingungen oder „Störungen" vorliegen. Oft greifen wir mit unseren

[1]) Daselbst erschöpfende Literaturangabe der verschiedenen Arbeiten, sowie derjenigen seiner Schüler und Mitarbeiter.

Versuchsbedingungen so tief in die inneren Verhältnisse der Pflanze ein, daß wir nicht sicher zu entscheiden vermögen, ob die erhaltene Reaktion eine normale (ökologische Anpassung) ist oder regulativen Charakter (funktionelle Anpassung) trägt. Für die Lösung unserer Fragen ist es aber wertvoll zu wissen, in welchen erblich fixierten Anpassungsmerkmalen die ökologisch differenzierten Typen sich unterscheiden, bezw. ob gleitende Übergänge zwischen den funktionellen und ökologischen Anpassungen bestehen. Ebenso kann eine solche Untersuchung zur Lösung des Problems der Entstehungsweise der Anpassungen (ob direkt oder indirekt) beitragen. Denn wenn wir finden, daß die „erblich fixierten Anpassungen, die unter ähnlichen und extremen Bedingungen genau in derselben Richtung wie die funktionellen Anpassungen liegen, so ist die Annahme einer direkten Anpassung die einfachste" (Walter [136], S. 22). Auch für die Beantwortung der Frage, ob wir eine Vererbung erworbener Eigenschaften annehmen dürfen, ist eine Erkennung und getrennte Behandlung der ökologischen und funktionellen Anpassungen förderlich.

Ich hielt ein Eingehen auf diese grundsätzlichen Fragen für notwendig, um darzutun, daß auch die physiologisch-ökologisch eingestellte Pflanzenbau- und Sortenlehre an einer Lösung dieser noch schwebenden Fragen stark interessiert ist. In welchem Maße wir eine wesentliche Förderung dieser Probleme aber von der Bearbeitung der Kulturarten und Rassen erwarten dürfen, müssen weitere Untersuchungen lehren. Es muß daher die Frage, ob unsere spezifischen Art- und Rassenmerkmale direkt in Anpassung an den Standort erworben oder aus einer Mehrzahl von Mutanten hervorgegangen und allmählich zum konstanten Merkmal geworden sind, noch offen bleiben.

1. Die Leistungsfähigkeit der Versuchssorten bei normalen und erschwerten Wasserverhältnissen.

a) Bei wechselnder Bodenfeuchtigkeit und nach Eintreten verschiedener Welkeperioden.

Vergleichende Gefäßversuche mit Kulturpflanzenrassen und Kultursorten ein und derselben Art zur Prüfung ihrer Ertragsfähigkeit bei wechselnder Bodenfeuchtigkeit liegen meines Wissens noch nicht vor. Jedoch konnte neuerdings Klinkowski (59) und vordem schon Tumanow (127) an Hand von qualitativen Unter-

suchungen mit Hafer- bezw. Weizensorten feststellen, daß „zwischen den einzelnen Sorten in bezug auf ihre Fähigkeit, das Fehlen zulänglichen Wassers zu ertragen, große Unterschiede bestehen und daß diese Unterschiede im allgemeinen mit dem Grade ihrer Dürreresistenz übereinstimmen, wie solches durch Feldversuche festgestellt worden ist" (Tumanow S. 433). Vergleichende Untersuchungen mit verschiedenen Kulturarten über den Einfluß vorübergehender Durstperioden oder einer intermittierenden Wassergabe auf die Trockensubstanzbildung wurden bereits von verschiedenen Forschern angestellt. (So Hellriegel [42], Wollny [141], v. Seelhorst und Krzymowski [114] und insbesondere Pfeiffer und seine Mitarbeiter [89 und 90]). Aus diesen Arbeiten geht hervor, daß bei einer Versuchsanordnung, in der feuchte und trockene Perioden abwechseln, im allgemeinen kleinere Erträge erzielt werden, als wenn den Pflanzen während der Vegetationszeit eine optimale Bodenfeuchtigkeit zur Verfügung stand. „Die Nutzpflanzen", so folgert Wollny, „erleiden die größte Einbuße in ihrem Produktionsvermögen, sobald dieselben in der Periode der größten Entwicklung dürsten müssen, gleichviel ob ihnen vor- oder nachher reichlichere Wassermengen zur Verfügung stehen."

Diese Untersuchungen wurden nun in neuester Zeit wieder aufgegriffen, um die kritischen Perioden unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zu ermitteln d. h. jene Perioden des Wachstums, in denen das Wasser als Vegetationsfaktor die Erträge in höherem Maße als zu irgend einer anderen Zeit beeinflußt. Mehrere Versuche dieser Art liegen von Moliboga (82) und Chiritescu-Arva (25) vor, die ähnlich wie es schon Wollny tat, die gesamte Vegetationsperiode der Gramineen in mehrere Entwicklungsabschnitte einteilten und nun den Einfluß optimaler Bodenfeuchtigkeit auf das Produktionsvermögen in diesen Perioden untersuchten. Die genannten Forscher kommen aber bei der Ermittlung der kritischen Perioden des Sommerweizens zu verschiedenen Ergebnissen insofern, als Moliboga die kritische Periode in der Zeit der Ährenentwicklung sieht, während Chiritescu-Arva bereits die ausreichende Wasserversorgung in früheren Entwicklungsstadien als ausschlaggebend für die Höhe des Produktionsvermögens hält.

Aus diesen aufgeführten Arbeiten ergeben sich für die Bearbeitung unserer sortenkundlichen Fragen bereits wertvolle Hinweise. Wir stießen aber dennoch in experimenteller Hinsicht

auf mehrere Schwierigkeiten. Um Dauer und Intensität des Welkens bei allen Sorten gleich zu gestalten, fehlt z. B. noch ein brauchbarer Wertmesser, ein Mangel, über den auch Tumanow klagt. Noch schwieriger ist die Entscheidung über die Frage, ob man ohne Berücksichtigung des verschiedenen Entwicklungsrhythmusses der Sorten am gleichen Tage die Durstperiode für alle Sorten beginnen oder besser von gleichen Entwicklungsphasen der Sorten ausgehen soll. Der letzte Weg ist zweifellos physiologisch betrachtet richtiger, da das verschiedenartige Verhalten der Pflanzen zum Welken ja in den einzelnen Entwicklungsstadien der Pflanze verschieden ist. Aber andererseits wird der Einfluß des Welkens auf die Pflanze auch durch die während der Welkung herrschenden Außenbedingungen bestimmt, die man also bei zeitlich voneinander getrennten Welkeperioden unbedingt konstant halten müßte. Dies war bei uns aus technischen Gründen nicht möglich und so entschieden wir uns für den ersten Weg.

Es mögen der Vollständigkeit halber noch kurz einige technische Einzelheiten bei der Durchführung der Versuche Erwähnung finden:

Es wurden zu den Versuchen Vegetationsgefäße von der Größe 25 cm Durchmesser × 33 cm Höhe mit einem Inhalt von 18 kg lufttrockenem Sand (leichter gelber Tertiärsand) bezw. 16 kg lufttrockenem humushaltigen Lehmboden des landwirtschaftlichen Versuchsfeldes, sowie kleinere Gefäße von der Größe 25 cm Durchmesser × 16 cm Höhe mit einem Inhalt von 10 kg lufttrockenem Sand verwendet. Die Gefäße standen bei gutem Wetter im Drahthaus, bei schlechtem im glasgedeckten Teil der Vegetationshalle. Die Wasserkapazität (W.K.) betrug bei dem Bodenmaterial 1928: Sand 21,5%, schwerer Boden 28,2% (bezogen auf Lufttrockengewicht), beim Sandmaterial 1929: 20,9%. Sämtliche großen Gefäße erhielten eine Normaldüngung von 3 g K_2SO_4, 6 g NH_4NO_3, 3 g $CaHPO_4$, 0,6 g $MgCl_2$, 0,5 g NaCl, 0,2 g $MnSO_4$. Die kleinen Gefäße bekamen eine ihrer geringeren Bodenmenge entsprechende Düngung. Die Anzahl der Pflanzen je Gefäß betrug im Versuchsjahr 1928: 25 Pflanzen, 1929: 30 Pflanzen. Während im ersten Versuchsjahr das Saatgut ausgelegt und nach dem Aufgang von 25 Pflanzen verzogen wurde, gingen wir 1929 so vor, daß mit Hilfe der Glasgitterkeimmethode gleichmäßige Pflänzchen herangezogen und diese dann eingepflanzt wurden. Hierdurch wird von vornherein ein ausgeglichener Bestand erzielt (vgl. Tornau und K. Meyer 125). Die Wasserversorgung wurde durch eine besonders konstruierte Apparatur, die auf einer Kombination von volumetrischer und gravimetrischer Messung beruht (K. Meyer 24) ausgeführt und geschah aus arbeitstechnischen Gründen jeden zweiten Tag, mit Ausnahme einiger heißen Tage, an denen die Gefäße täglich mit Wasser versorgt werden mußten. Eine besondere Vorrichtung (Rohrleitung mit siebartiger Verteilung am Boden) diente dazu, das Wasser von unten zuführen zu können. Die Ge-

fäße ernteten wir bei beginnender Gelbreife und bestimmten das Lufttrockengewicht in der Weise, daß nach einer mehrmonatlichen Lagerung das Erntematerial in einem Trockenschrank (Schilde Hocheffekttrockenschrank) auf 90—100° getrocknet und gewogen wurde.

Gefäßversuch 1:

Wie verhalten sich die Erträge, wenn wir in einem 14 tägigen Turnus die Wasserverhältnisse derart variieren, daß — von einer Bodenfeuchtigkeit von 85% der W.K. ausgehend — die Gefäße bis zum Eintritt des Welkens ohne Wasser bleiben, die restlichen Tage eine geringe Wassergabe von 35% der W.K. erhalten, und alsdann wieder auf die ursprüngliche Bodenfeuchtigkeit (85% W.K.) aufgefüllt werden?

Der Versuch wurde 1928 mit den Sorten Pflugs Früh, Kirsches Gelb und Probsteier Hafer ausgeführt. Um bessere Vergleichsmöglichkeiten zu erhalten, wurden noch zwei Versuchsreihen, deren Bodenfeuchtigkeit während der Vegetation konstant blieb, eingeschaltet und zwar „feucht" (55% W.K.) und „trocken" (35% der W.K.). Leider reichte die Anzahl der zur Verfügung stehenden Gefäße nicht aus, alle Sorten gleichzeitig auf schwerem Boden zu prüfen. Auf die besonderen Sorteneigentümlichkeiten wird später hingewiesen, hier sollen zunächst die Erträge aufgeführt werden.

Tabelle 1.[1])
Gefäßversuch 1.

		Leichter Sandboden									Schwerer Lehmboden		
		feucht			wechselnd			trocken			Sorte 3		
	Sorte	1	3	4	1	3	4	1	3	4	feucht	wechselnd	trocken
Gesamte oberirdische Masse (g/Gef.)	M.	139,7	137,2	146,7	88,1	94,6	86,7	82,7	93,5	85,3	169,1	114,7	93,2
	m%	0,82	1,12	1,06	1,68	1,80	1,68	1,14	1,49	2,30	1,16	0,90	1,87
Kornertrag (g/Gef.)	M.	55,5	51,2	53,8	28,8	25,9	25,2	33,4	31,8	31,2	70,0	43,0	42,4
	m%	2,34	1,83	1,71	3,48	3,67	3,94	1,83	2,49	1,41	3,06	1,91	3,09
Kornprozentanteil	M.	39,7	37,2	36,7	32,6	27,4	29,0	40,4	34,0	36,5	41,4	37,5	45,5

[1]) Anmerkung: Die Mittelwerte der folgenden Tabellen sind aus den Einzelergebnissen von 8 Gefäßen errechnet. m% stellt den mittleren Fehler des Mittels, in Prozenten des arithmetischen Mittels ausgedrückt, dar.

Gefäßversuch 2:

In einem anderen Versuch aus dem zweiten Versuchsjahr, der in Gefäßen mit Sand ausgeführt wurde, wechselten wir nicht mit hoher und geringer Bodenfeuchtigkeit, sondern es blieben die Pflanzen der betreffenden Versuchsserien — wiederum ausgehend von einer Bodenfeuchtigkeit von 85% der W.K. — mehrere Tage, je nach den Außenbedingungen und der Intensität des Welkens im Welkestadium (permanent wilting). Die normale Bodenfeuchtigkeit wurde dann allmählich durch Zuführung bestimmter Wassermengen wiederhergestellt, was etwa 2—3 Tage in Anspruch nahm. Auf diese Weise glauben wir Fehler, die etwa durch vorübergehenden Wasserüberschuß entstehen (vgl. Chiritescu-Arva 25), vermieden zu haben. Wir unterscheiden in folgendem Versuchsserien, die ein, zwei und dreimal einem Welken unterlagen; hierbei fiel die erste Welkeperiode in die Zeit der Bestockung, die zweite in das Stadium des Schossens, die dritte in die Zeit des Rispenschiebens und der Blüte.

Tabelle 2.

Gefäßversuch 2.

	Sorte	Feucht (85% d.W.K.)		Gewelkt 1×		Gewelkt 2×		Gewelkt 3×		Trocken (35% d.W.K.)	
		Mittel	m%	Mittel	m%	Mittel	m%	Mittel	m%	Mittel	m%
Gesamtoberird. Masse (g/Gef.)	1	134,5	6,1	140,5	3,10	116,1	2,3	85,4	4,5	89,0	1,7
	2	132,0	4,9	129,0	1,84	114,5	2,0	94,3	1,1	89,6	1,8
	3	136,0	1,9	126,5	2,61	121,0	1,4	99,5	0,9	92,0	1,8
	4	138,0	3,4	131,0	1,80	116,1	3,3	88,0	3,0	97,4	1,4
	5	139,0	3,40	124,5	1,90	110,8	3,9	80,2	0,7	93,1	2,3
Kornertrag (g/Gef.)	1	56,0	6,0	59,0	3,2	49,5	2,20	25,4	3,7	37,5	2,0
	2	53,3	5,9	53,7	3,8	49,4	2,50	34,0	1,4	38,0	1,5
	3	57,0	4,7	49,5	4,8	49,4	3,80	35,4	2,5	36,2	3,9
	4	50,7	4,5	50,5	3,6	45,8	2,98	24,9	7,1	37,7	2,0
	5	51,1	3,4	47,0	3,9	44,8	3,20	20,4	5,2	37,4	3,5
Kornprozentanteil	1	41,6		42,0		42,6		29,8		42,1	
	2	40,4		41,6		43,1		36,1		42,4	
	3	41,9		39,1		40,8		35,6		39,4	
	4	36,7		38,6		39,4		28,3		38,6	
	5	36,7		37,8		40,5		25,5		40,2	

Wenn wir die Versuchsreihen feucht und trocken miteinander vergleichen, so finden wir eine Reihe von Erfahrungen älterer und neuerer Forscher bestätigt. So z. B. scheinen die Sorten, wie auch v. Seelhorst und Freckmann (115) berichten, gegen den verschiedenen Wassergehalt des Bodens sich verschieden zu verhalten. Jedoch ergeben sich hieraus keine Hinweise auf ihre Dürreresistenz. Wir finden in Übereinstimmung mit Maximow (69), Arland (2) und anderen, daß die Xerophyten nicht trockenheitsliebend sind, sondern in ähnlicher Weise auf Wassermangel bezw. ausreichende Wasserversorgung reagieren wie die Hygrophyten. Anders liegen die Verhältnisse, wenn wir das Produktionsvermögen der Sorten in den Versuchsreihen „wechselnd" oder „gewelkt" betrachten. Schon in dem Versuch aus dem Jahre 1928 schneidet Sorte 1 mit höherem Kornertrag ab als die beiden anderen Versuchssorten. Noch deutlicher tritt die Überlegenheit der Xerophyten gegenüber den Hygrophyten im zweiten Versuchsjahr hervor, besonders nach ein oder zwei Durstperioden. Die stärkere Ertragsdepression von Pflugs Früh (Sorte 1) nach dreimaliger Welkung glauben wir darauf zurückführen zu können, daß der Wasserentzug gerade diese Sorte nach erfolgtem Rispenschieben während der Blüte traf, während die anderen Sorten, insbesondere Sorte 4 und 5 noch im Rispenschieben begriffen waren. Wir kommen darauf später noch zurück. In folgender Übersicht ist die Wahrscheinlichkeit in Prozent errechnet, daß die Xerophyten den Hygrophyten im Kornertrag in den betreffenden Versuchsreihen überlegen sind. (Die Berechnungsweise nach Behrens [7].)

Tabelle 3.

				Xerophyten	
				Pflugs Frühhafer	v. Kalbens Vienauer
Hygrophyten	1929	gewelkt	Probsteier Hafer	99,0	85,5
		1 ×	Friedrichswerther Berghafer . .	100,0	97,0
		2 ×	Probsteier Hafer	96,0	94,0
			Friedrichswerther Berghafer . .	98,0	97,0
		3 ×	Probsteier Hafer	60,0	100,0
			Friedrichswerther Berghafer . .	99,5	100,0
	1928		Probsteier Hafer	98,0	—

Diese Zahlen sprechen für sich. Es ist auch interessant, einmal die Versuchsreihen mit gleichmäßig geringem Wasservorrat gegenüber den wechselnden Wasserverhältnissen zu vergleichen. Wir finden durchweg bei gleichmäßig starker Bodentrockenheit höhere Kornerträge als bei „wechselnd“ oder „dreimal gewelkt“. Hieraus läßt sich wohl mit einer gewissen Berechtigung der Schluß ziehen, daß für den ungestörten Ablauf der Lebensfunktion in der Pflanze die Extremzustände, in denen sich die Pflanze zum Wasser befindet, von größerer Bedeutung sind, als etwa von vornherein gleichmäßig schlechte Wasserverhältnisse. In letzterem Falle hat bereits schon in den frühesten Stadien der Entwicklung eine weitgehende Anpassung an die Bodentrockenheit stattgefunden, die besonders darin zum Ausdruck kommt, daß das Verhältnis von Korn- zu Gesamtertrag kaum wesentlich geändert ist. Ob es sich hier um ein Beispiel für die „harmonische Erhaltung der Formganzheit“ (vgl. Ungerer) oder um Regulationen als Ausdruck der Wiederherstellung nach Funktionsstörungen handelt, bleibe dahingestellt. Man ist geneigt, harmonische Vorgänge anzunehmen und bei anderen Versuchsreihen, wo die äußeren Bedingungen die Ganzheit zu stören drohen, diejenigen Vorgänge, welche das Gleichgewicht wieder herstellen, als regulatorisch zu bezeichnen.

Besondere Erwähnung verdienen noch die Zahlen von 1928 „schwerer Lehmboden“. Wie zu erwarten war, ändert sich hier infolge der verschiedenen Bodeneigenschaften das Bild wesentlich. Die höhere wasserhaltende Kraft des schweren Bodens hat eine nicht so intensive und schnelle Austrocknung beim Welken bewirkt. Die Wasserverhältnisse können durchweg als gleichmäßiger angesehen werden. Hierauf ist es wohl zurückzuführen, daß wir beim schweren Boden nur eine Ertragsdepression von 61,5% (das ist in Prozenten der Kornerträge von „feucht“) bei Sandboden dagegen von 50,5% finden.

Gefäßversuch 3:

Der folgende Versuch diente weniger der Untersuchung der Wirkung des Welkens auf den Ertrag, als der Beantwortung der Frage, in welcher Weise ökologisch verschiedene Sorten sich an veränderte Wasserverhältnisse anzupassen vermögen, wenn diese in der ersten Hälfte der Vegetation variiert werden. Diesem Versuch lag also folgende Versuchsanordnung zugrunde:

Versuchsreihe 1: viel Wasser (85 % der W. K.)
„ 2: viel Wasser, später wenig Wasser,
„ 3: wenig Wasser (35 % der W. K.),
„ 4: wenig Wasser, später viel.

Hierbei ließ es sich ebenso wie bei Gefäßversuch 1 nicht vermeiden, daß die Pflanzen beim Übergang von hoher zu geringer Bodenfeuchtigkeit einem vorübergehenden Welken unterlagen. Denn die Pflanzen begannen schon zu welken, ehe der Wasservorrat in den Gefäßen auf 35 % der W. K. gesunken war. Als Versuchssorten dienten Pflugs Früh und Probsteier. Die Umstellung der Wasserverhältnisse wurde nach Beendigung der Schoßperiode vorgenommen.

Tabelle 4.

Gefäßversuch 3.

	Viel Wasser (85 % d. W. K.)		Viel, dann wenig		Wenig Wasser (35 % d. W. K.)		Wenig, dann viel	
Sorte	1	4	1	4	1	4	1	4
Oberirdische Masse M.	87,0[1])	85,1	64,5	63,5	32,0	41,7	61,2	59,9
(g/Gefäß) m % . . .	2,10	1,6	1,6	2,7	2,3	3,9	1,2	2,8
Kornertrag M. . . .	30,7	29,4	20,0	14,2	10,1	13,9	24,1	22,6
(g/Gefäß) m % . . .	2,3	2,0	3,7	5,2	5,4	2,0	3,3	5,5
Kornprozent	35,1	34,6	31,0	22,4	31,5	33,4	39,4	37,8

Auch in diesem Versuch finden wir die Ergebnisse der oben behandelten Versuche bestätigt. Es ist bemerkenswert, daß in der zweiten Versuchsserie „viel dann wenig" die starke Ertragsdepression des Hygrophyten am deutlichsten zum Ausdruck kommt, eine Erscheinung, die uns später noch bei der Beurteilung des Sättigungszustandes beschäftigen wird. Die Feststellung der gesamten oberirdischen Substanz genügt noch nicht, um daraus auf die Resistenz der Sorten gegen Trockenheit Rückschlüsse ziehen zu können. Die Wahrscheinlichkeit, daß im Kornertrag Sorte 1 überlegen ist, beträgt in der zweiten Versuchsserie 100 %, in der

[1]) Die im Gegensatz zu den früheren Versuchen auffallend geringen Ertragszahlen erklären sich durch die Verwendung kleinerer Gefäße mit einer etwa halb so hohen Bodenmenge.

4. Versuchsserie 85%! Die geringsten Veränderungen im Kornprozentanteil finden wir wieder bei gleichmäßiger Bodenfeuchtigkeit.

b) Vergleichende Versuche bei verschiedener Lufttrockenheit.

Die Pflanzen können nicht allein vom Boden aus unter Wassermangel leiden, auch die Verdunstungskraft der Atmosphäre, worunter wir die Summe aller die Verdunstung beeinflussenden Faktoren verstehen wollen, kann die Pflanze zu Turgeszenzverlust zwingen und eine mehr oder weniger bedeutsame und anhaltende Unterbilanz im Wasserhaushalt hervorrufen. Daher erschien uns auch eine Untersuchung des Einflusses dieser Art von Trockenheit („atmospheric drought" im Gegensatz zu „soil drought" nach Maximow [70]) auf die Entwicklung der Sorten notwendig. Wir stellten die Gefäße der einen Versuchsreihe im Drahthaus der Vegetationshalle auf, also im Freien unter annähernd normalen atmosphärischen Bedingungen, die der anderen in einem kleineren Glashaus. Leider ließ der zur Verfügung stehende Raum nur die Prüfung von 2 Sorten zu, wir wählten die Sorten 1 und 4. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß bei dieser Aufstellung der Gefäße nicht etwa nur die Luftfeuchtigkeit variiert wurde. Sämtliche klimatische Faktoren sind geändert, wie das sehr deutlich aus der Darstellung der meteorologischen Beobachtungen (Tab. 31) hervorgeht. Wir verglichen also das Leistungsvermögen in einem heißen trockenen Klima mit geringerer Belichtung gegenüber den normalen, gemäßigten atmosphärischen Bedingungen. Bei sämtlichen Gefäßen wurde eine Bodenfeuchtigkeit von 50% der W. K.

Tabelle 5.
Gefäßversuch 4.

	Im Freien		Im Gewächshaus		Die Ergebnisse im Freien = 100	
Sorte	1	4	1	4	1	4
Oberirdische Masse M.	46,0	50,7	18,4	20,9	40,0	41,2
(g/Gefäß) m% . . .	2,0	0,77	1,50	1,3		
Kornertrag M. . . .	19,4	18,4	12,5	10,3	64,5	56,0
(g/Gefäß) m% . . .	4,06	2,3	3,0	3,0		
Kornprozentanteil . .	42,2	36,3	68,0	49,4	161	136

während der Vegetation konstant gehalten. Auf die Verschiedenheiten in der Entwicklung und im Wasserverbrauch werden wir später eingehen. Das Produktionsvermögen der Sorten ergibt sich aus vorstehender Tabelle, deren Mittelwerte aus den Einzelerträgen von je 10 Gefäßen errechnet wurden.

Wie zu erwarten war, bleiben die Erträge im Gewächshaus weit hinter denen im Freien zurück. Jedoch üben die veränderten klimatischen Verhältnisse auf die vegetative Entwicklung der Pflanzen einen stärkeren Einfluß als auf die Ausbildung der Körner aus, wobei Probsteier Hafer die stärkere Ertragsdepression im Kornertrag zeigte. Die Differenz zwischen Sorte 1 und 4 ist vollauf gesichert. Hiermit wird also die von Berkner (8) angeführte hohe Empfindlichkeit der Hafer-Hygrophyten gegen hohe Temperatur und geringe Luftfeuchtigkeit bestätigt. Zu einem ähnlichen Ergebnis wie wir kamen schon Anbuhl, Hildebrandt und Mitscherlich (79), die 15 verschiedene Haferzüchtungen im Freien und im Gewächshaus vergleichend prüften. Auf Grund dieser Versuche und der Untersuchung des Korn-Strohverhältnisses bei den einzelnen Sorten nimmt Mitscherlich an, daß man Hafer für trockenere Wachstumsverhältnisse züchten könne, indem man nach Möglichkeit das Verhältnis von Korn : Stroh eng zu gestalten suche. Auf die Bedeutung eines geringeren Strohanteils als Mittel der Pflanze, Trockenheit zu überstehen, hat schon 1896 Liebscher (65) bei seinen Untersuchungen am Petkuser Roggen hingewiesen. Auch Remy (94) glaubt, daß Sorten mit hohem Kornanteil an leichte Böden besser angepaßt seien. Wenn wir die Ergebnisse unserer Versuche daraufhin untersuchen, so scheint auch durchweg bei den Sorten, welche sich widerstandsfähiger gegen Wassermangel erwiesen, ein höherer Kornanteil vorzuliegen. Insbesondere scheint bei reichlichem Wasservorrat der „Antagonismus zwischen vegetativem Wachstum und Ährenbildung", der schon von Maximow und Pojarkowa (71) beobachtet wurde, bei den Hygrophyten am stärksten in Erscheinung zu treten. Daher finden wir in den Versuchsreihen „feucht" auch durchweg bei diesen Sorten die geringsten Kornprozentanteile. Es sei in diesem Zusammenhang auch noch ein Vegetationsversuch von 1928 mit Sorte 1 und 4 erwähnt, der erst Anfang Juni angelegt wurde und der Untersuchung der Sorten auf ihre Eignung für späte Aussaat diente. Auch in diesem Versuch schnitt Pflugs Frühhafer mit einem absolut gesicherten

Mehrertrag und einem bedeutend höheren Kornprozentanteil ab.[1]) Diese Beobachtungen bedürfen zweifellos noch einer weiteren Nachprüfung, es ist aber ohne weiteres denkbar, daß wir es mit einem erblich fixierten Merkmal der Xerophyten zu tun haben.

Die Ergebnisse dieser Versuche können wir dahingehend zusammenfassen, daß bei gleichmäßig hoher oder geringer Bodenfeuchtigkeit die mit den einzelnen Sorten erzielten Erträge nichts über die Dürreresistenz besagen. Auch die laut praktischer Erfahrung als dürreresistent geltenden Sorten werden wie die Hygrophyten durch hoch oder gering bemessene Wassergaben in ihrem Produktionsvermögen beeinflußt. Die Xerophyten sind daher nicht trockenheitsliebend. Wertvoller ist die Untersuchung der Erträge nach Welken oder einer plötzlichen Änderung in der Wasserversorgung, wodurch der Wassersättigungszustand infolge Unterbilanz vorübergehend sich in Gefahr befand bezw. nicht aufrecht erhalten werden konnte. In diesen Versuchsreihen zeigen sich durchweg die Sorten 1 und 2 verschiedentlich auch Sorte 3 überlegen. Gegen hohe Lufttemperaturen und klimatische Bedingungen, welche die Verdunstungskraft der Atmosphäre erhöhen, scheint Probsteier Hafer empfindlicher als Pflugs Früh zu sein. Durchweg finden wir also unsere durch praktische Erfahrungen gewonnenen Anschauungen über das Verhalten der Sorten bei Trockenperioden in diesen Versuchsreihen bestätigt. Wir werden deshalb in folgendem von den Sorten 1 und 2 als Sortenxerophyten, von Sorte 4 und 5 als Hygrophyten sprechen. Sorte 3 nimmt in vieler Hinsicht eine gewisse Mittelstellung ein, jedoch scheint sie in ihrem physiologischen Verhalten und ihren morphologischen Merkmalen mehr zu den Xerophyten zu neigen.

c) Die Ertragskomponenten (im engeren Sinne) und deren Beeinflussung durch Wassermangel.

In neuester Zeit hat man des öfteren darauf hingewiesen, daß die Untersuchung der Struktur des Ertrages, d. h. die Erforschung der quantitativen Einzelkomponenten eine wichtige Auf-

[1]) Auf die Wiedergabe der einzelnen Zahlen soll hier verzichtet werden. Das gesamte Zahlenmaterial ist im Institut hinterlegt.

gabe der Züchtung auf Ertrag darstelle. Es wird gefordert, die meist angebauten Sorten jeder Getreideart morphologisch und ökologisch gründlich durchzuarbeiten, um festzustellen, welchen ertragsbildenden Eigenschaften sie ihre Überlegenheit verdanken. Hierbei ist in erster Linie an die sortentypischen Eigenschaften wie Bestandesdichte (= Halmzahl je Flächeneinheit), 1000-Korngewicht und Kornzahl gedacht, welche in verschiedenem Maße durch die Umweltsbedingungen modifizierbar sind. Wir wollen in folgendem diese Eigenschaften als die Ertragskomponenten im engeren Sinne bezeichnen, um damit anzudeuten, daß wir als Ertragskomponenten im erweiterten Sinne sämtliche am Produktionsvorgang der Pflanze beteiligten Organe und deren Funktionen ansehen müssen.

Die Tabelle 6 enthält die bei der Endernte vorhandene durchschnittliche Halmzahl je Gefäß, sowie die Mittelwerte von 25—30 Rispen aus Versuchen vom Sommer 1929. Die Ergebnisse von 1928 liegen in der gleichen Richtung, weshalb sie nicht im einzelnen aufgeführt sind.

Wenn wir die Kornerträge in die einzelnen Komponenten zerlegen, wie es in obiger Tabelle geschehen ist, dann erkennen wir deutlich, auf welche verschiedene Weise die Höhe der Erträge zustande kommen kann und wie die einzelnen Eigenschaften sich in den verschiedenen Versuchsreihen verhalten. Die Bestandesdichte ist durchweg bei hoher Bodenfeuchtigkeit größer als bei geringer Bodenfeuchtigkeit, worüber auch v. Seelhorst (113) schon berichtet (1911), dabei scheinen die Sorten 1 und 2 eine höhere Bestockungszahl zu besitzen als die anderen Sorten, insbesondere fällt Sorte 4 deutlich ab. Während die Ährchenzahl und Anzahl der tauben Ährchen kaum durch das Welken beeinträchtigt wurde, verringert sich die Zahl der ausgebildeten Körner und der fruchtbaren Blütchen eines Ährchens wesentlich. Hinsichtlich der Kornzahl verhalten sich die Sorten sehr verschieden. Die größte Anzahl Körner finden wir bei Pflugs Früh, während v. Kalbens Vienauer infolge seiner lockeren Rispenform die geringste Ährchen- und Körnerzahl aufweist. Umgekehrt proportional der Kornzahl verhält sich das 1000-Korngewicht. Wir sehen also, daß Pflugs Früh viel, aber leichtes Korn liefert, während die anderen Sorten sich durch volleres Korn auszeichnen.

Tabelle 6.

		Halmzahl je Gefäß	Ährchenzahl: Gesamt	Ährchenzahl: davon % taub	Kornzahl	Kornzahl fruchtbarer Ährchen	1000-K. G. des Außenkorns	1000-K. G. des natürlichen Gemisches	Durchschnittliche Spindellänge in mm
Feucht	1	34,0	59,2	9,1	103	2,00	29,5	16,0	20,8
	2	35,6	44,4	5,2	88	2,09	37,4	17,0	19,2
	3	31,0	67,0	11,5	105	1,77	34,8	17,5	18,7
	4	29,9	57,3	19,0	94	2,02	35,8	18,0	20,0
	5	31,9	57,1	15,2	89	1,84	34,5	18,0	18,0
Gewelkt 1×	1	36,0	59,7	7,0	104	1,87	28,4	15,8	20,2
	2	36,0	41,6	2,9	73	1,81	37,3	20,4	18,1
	3	31,8	55,8	17,1	86	1,86	31,9	18,1	17,8
	4	29,6	57,4	18,1	87	1,85	34,3	19,6	20,0
	5	33,0	47,6	8,7	82	1,89	34,0	17,3	18,2
Gewelkt 2×	1	30,5	61,4	5,6	112	1,93	27,0	14,5	19,4
	2	33,0	41,8	2,9	70	1,68	36,9	21,4	16,2
	3	31,6	55,5	10,7	88	1,77	33,9	17,7	17,6
	4	29,3	52,7	16,1	80	1,81	34,6	19,5	18,4
	5	30,0	50,3	9,1	81	1,77	33,9	18,4	16,8
Gewelkt 3×	1	31,9	62,8	6,8	88	1,52	17,3	9,0	19,2
	2	32,5	42,6	2,5	69	1,66	31,2	15,1	16,3
	3	31,2	59,6	15,4	73	1,45	29,5	15,6	17,1
	4	29,9	48,6	25,2	56	1,54	30,8	14,9	17,4
	5	29,3	48,8	9,9	59	1,34	22,4	11,8	16,0
Trocken	1	29,3	48,6	16,6	64	1,58	26,4	20,0	16,4
	2	30,0	32,5	1,8	56	2,12	38,5	22,6	13,9
	3	28,6	48,7	25,6	56	1,55	36,5	22,6	15,1
	4	28,4	47,0	28,1	52	1,57	38,8	25,5	16,2
	5	30,0	43,8	15,5	69	1,87	34,8	18,1	15,6
Viel Wasser	1	29,6	48,2	26,6	64,5	1,83	27,8	16,1	17,1
	4	30,4	42,9	31,4	47,0	1,60	36,0	20,6	15,8
Viel, dann wenig	1	32,9	53,7	54,6	34,6	1,42	30,6	17,6	15,1
	4	30,1	34,0	41,0	21,4	1,07	44,3	22,1	13,9
Wenig Wasser	1	29,7	22,5	22,2	28,4	1,62	27,2	12,0	12,6
	4	30,2	25,4	22,6	27,8	1,41	31,4	16,6	12,5
Wenig, dann viel	1	30,7	33,4	10,9	53,5	1,80	27,1	14,7	14,7
	4	32,0	28,9	9,0	41,0	1,56	32,5	17,2	13,2

Bei dem Gefäßversuch 3 macht sich die reichliche Wasserversorgung in der letzten Vegetationshälfte besonders in einem Anwachsen der Kornzahl bemerkbar, während die Ährchenzahl nicht mehr wesentlich zunahm; wir müssen daher annehmen, daß der Aufbau der Rispe bereits viel früher unter dem Einfluß der geringen Wasserversorgung stattfand. Auffallend ist das Verhalten des 1000-Korngewichts im letzten Versuch. Das 1000-Korngewicht sowohl der Außenkörner als auch des natürlichen Gemisches von Außen- und Innenkörnern wird nicht wesentlich verändert, ein Ergebnis, das mit den Beobachtungen Tumanows (127) übereinstimmt. Es scheint dies ein Hinweis darauf zu sein, daß selbst für die Ausbildung der Körner die Wasserversorgung der ersten Vegetationshälfte mit verantwortlich zu machen ist; wir beobachten nämlich, daß bei reichlicher Wasserversorgung in der Jugend und späterem Mangel das 1000-Korngewicht unter erheblicher Einbuße der Kornzahl gebildet wird, während bei dem Wechsel „wenig-viel" sich der Kornertrag aus geringem 1000-Korngewicht und hoher Kornzahl zusammensetzt.

2. Der Xeromorphismus und die Brauchbarkeit xeromorpher Merkmale als Kennzeichen des Wasserhaushaltes.

Der Habitus einer Pflanze wird in hervorragendem Maße durch die Wasserverhältnisse, unter denen eine Pflanze aufwächst, bedingt. Dabei führen alle Faktoren, welche die Wasserverhältnisse in der Pflanze beeinflussen, sei es durch Erschwerung der Wasserzufuhr oder Erhöhung der Transpiration, zu denselben Eigentümlichkeiten der Struktur. Wir sprechen daher von hygromorphem und xeromorphem Aussehen. Die Frage, ob die Xerophyten stets xeromorph und die Hygrophyten hygromorph sind hat bei den Botanikern oft eine verschiedene Beantwortung gefunden. Die Antwort hängt vor allem von der Definition des Begriffes Xerophytismus und der Bedeutung, die man den morphologischen Merkmalen zuschreibt, ab. Bezeichnet man die Pflanzen allein nach dem Standort als Xerophyten bezw. Hygrophyten, so werden die Begriffe Xerophytismus und Xeromorphismus und Hygrophytismus und Hygromorphismus sich nicht immer decken. Je nach der Bedeutung, die man den morphologischen Merkmalen und den physikalischen Eigenschaften des Standortes zuschrieb, mußten die verschiedenen ökologischen Bezeichnungsweisen ent-

stehen, wie wir sie z. B. bei Kamerling (55) und Montfort (83) finden: so echte Xerophyten, Pseudoxerophyten, xeromorphe Hygrophyten, hygromorphe Xerophyten u. a. m.

Allgemein ging man aber von der Auffassung aus, daß eine Pflanze um so widerstandsfähiger gegen Dürre sein müsse, je zweckmäßiger die äußeren Anpassungsmerkmale auf Sparsamkeit im Wasserverbrauch eingestellt sind. Die Untersuchungen der letzten Jahrzehnte haben aber hier zur Genüge gezeigt, daß nicht alle derartigen morphologisch-anatomischen Merkmale als nützliche Einrichtungen, die einer Transpirationseinschränkung dienen, aufgefaßt werden können. Vielmehr müssen wir annehmen, daß sie nicht eine herabgesetzte, sondern starke Wasserdurchströmung bewirken. Die Anpassungen der Pflanzen sind daher als Regulationen physiologischer Natur, die vorwiegend als besondere Gestaltungsvorgänge zum Ausdruck kommen, aufzufassen. Daraus ergibt sich aber, daß wir unser Augenmerk in erster Linie auf die Erfassung der Gesamtheit der physiologischen Vorgänge im Organismus der Pflanzen zu richten haben und nicht die Pflanzen vorwiegend nach ihren Merkmalen beurteilen dürfen. In der ökologischen Literatur sind allerdings eine Reihe xeromorpher Anpassungsmerkmale aufgeführt; diese sind jedoch meist qualitativer Natur und besitzen je nach der systematischen Stellung der Pflanzen eine verschiedene Bedeutung. Die praktische Verwendbarkeit dieser Merkmale erfährt aber eine wesentliche Einschränkung dadurch, daß wir selten alle Merkmale gleichzeitig an einer Pflanze ausgebildet finden. Die einen Merkmale sehen wir an einer Pflanze besonders ausgeprägt, dafür fehlen aber andere völlig.

Auch die Untersuchungen, welche bisher in der Agrikulturbotanik vorliegen, haben gezeigt, daß es noch keine morphologischen und anatomischen Merkmale gibt, mit denen man mit Sicherheit die Xerophyten von den Hygrophyten trennen kann. Wohl kennen wir eine Reihe von Erscheinungsformen, wie geringere Blattentwicklung (schmale Blätter mit geringerer Oberflächenentwicklung, niedrige Blattzahl), kleinere Zellen und Spaltöffnungen in Korrelation mit hoher Stomatazahl, ein leistungsfähigeres Leitungssystem usw., die wir in bestimmte Beziehungen zu den Wasseransprüchen unserer Kulturarten setzen können. So können wir aus diesen morphologisch-anatomischen Artmerkmalen unserer Getreidearten ohne weiteres auf deren Wasser-

ansprüche schließen, wie z. B. Kaiser (54) bei einem Vergleich von Gerste und Hafer oder Kolkunow (60) bei Hirse und Mais im Vergleich zu den anderen Getreidearten auf Grund anatomischer Untersuchungen. Aber für eine quantitative und exakte Deutung des Wasserhaushaltes der feindifferenzierten Kultursorten innerhalb der Arten reichen diese nur als qualitative Hinweise zu wertenden sogenannten Xerophytenmerkmale nicht immer aus (vgl. hierzu die kürzlich erschienenen Untersuchungen aus dem Göttinger Institut von Döpke [29]). Es wird die Beurteilung der am Wasserhaushalt beteiligten Faktoren besonders durch die schon oben erwähnte hohe Modifizierbarkeit aller dieser Merkmale durch klimatische und edaphische Faktoren sehr erschwert; infolgedessen können wir oft nicht mit Sicherheit feststellen, ob wir es mit „normalen" oder „veränderten" Verhältnissen zu tun haben. Ferner hängt aber der Wasserhaushalt und insbesondere die Wasserbilanz, wie Huber (47) schön gezeigt hat, von einer großen Reihe von Faktoren ab. Diese vermögen wir — soweit sie als Gestaltungsvorgänge zum Ausdruck kommen — gar nicht einmal sämtlich einwandfrei zu ermitteln; andererseits können sich aber diese Einzelfaktoren in ihrem Zusammenwirken gegenseitig bis zu einem gewissen Grade ersetzen. So wäre es z. B. ohne weiteres denkbar, daß der Vorteil eines besseren Leistungsvermögens des Wurzelwerkes durch größeren Widerstand im Leitsystem der Pflanzen wieder ausgeglichen und daher im Gesamteffekt nicht bemerkbar wird. Es scheint also, als wenn man von einer einseitig morphologisch-anatomischen Forschungsweise eine Lösung des Xerophytenproblems nicht erhoffen darf. Wir müssen also von der Erforschung der inneren physiologischen Vorgänge in der Pflanze ausgehen. Das wichtigste und sicherste Merkmal xerophiler Anpassung scheint auch bei den Kulturpflanzensorten der osmotische Wert zu sein. Die direkte Bestimmung der osmotischen Verhältnisse gestaltet sich aber aus verschiedenen, später zu behandelnden Gründen sehr schwierig, so daß wir zu einer mehr indirekten Beweisführung gezwungen sind. Einen Hinweis darauf, daß die Annahme eines höheren osmotischen Wertes auch bei unseren Kulturpflanzenxerophyten berechtigt ist, bietet uns schon das Verhalten der Sorten hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit bei Wassermangel und Dürreperioden. Für die genauere Erforschung der osmotischen Verhält-

nisse auf diesem indirekten Wege kann aber auch die Untersuchung der morphologischen und anatomischen Baueigentümlichkeiten und Anpassungsformen wertvoll sein. Aus den Arbeiten von Ursprung und Blum (131—132), Bächer (3), Meier (72), Gante (34) kennen wir bereits die wichtigsten, die Höhe des osmotischen Wertes beeinflussenden Faktoren. Können wir nun nachweisen, daß dieselben Faktoren auch gleichzeitig bestimmte Gestaltungsvorgänge in der Pflanze hervorrufen, so gewinnt die Annahme, daß diese Strukturveränderungen durch den veränderten osmotischen Wert kausal begründet sind, an Bedeutung.

So sollen die im folgenden aufgeführten Ergebnisse der morphologisch-anatomischen Untersuchung zur Bewertung der osmotischen Verhältnisse in der Pflanze herangezogen werden, ferner sollen sie das notwendige Material für die spätere Kennzeichnung und Beurteilung des Wasserhaushaltes liefern.

Wir werden dabei beschreibend vorgehen und die einzelnen Merkmale in der Reihenfolge, wie sie als Bezugsgrößen für die Beurteilung der Wasserverhältnisse in Frage kommen, abhandeln. Ich beschränke mich im Rahmen dieser Arbeit auf die Wiedergabe der wichtigsten Ergebnisse, um einen Überblick zu geben. Ein eingehendes Studium des zur Verfügung stehenden Materials muß weiteren Arbeiten vorbehalten bleiben.

a) Die Wurzelentwicklung und die relative Wurzelmasse.

Alle gewichtsmäßigen Bestimmungen der gesamten Wurzelmasse können für die Beurteilung des Leistungsvermögens des Wurzelsystems nur mit gewisser Vorsicht verwendet werden. Denn die Leistungsfähigkeit eines Wurzelwerks hängt wahrscheinlich weniger von dem Gewicht der Wurzelmasse ab als von der Oberfläche der saugenden Teile, d. h. also von der Zahl und Länge der Wurzelhaare, sowie der Ausbildung der feinen Wurzelverzweigungen. Diese Merkmale sind aber überhaupt nicht exakt zu ermitteln, so daß wir auf die gewichtsmäßige Feststellung angewiesen sind. Es werden aber Vergleichswerte dieser Art um so brauchbarer, wenn die Vergleichspflanzen nahe miteinander verwandt sind, oder wenn wir Pflanzen derselben Art unter verschiedenen Bedingungen vergleichen. Denn man kann wohl annehmen, daß zwischen der Größe des gesamten

Wurzelsystems und der aufnehmenden Teile, wie auch Huber glaubt, weitgehende Proportionalität besteht.

Eine andere Schwierigkeit in methodischer Hinsicht besteht in der Ermittlung einwandfreier Werte für die Wurzelgewichte. Die Resultate früherer Untersuchungen zeigen zur Genüge, daß man bei Verwendung verschiedener Methoden der Wurzelgewinnung zu stark voneinander abweichenden Ergebnissen kommen kann (vgl. Opitz [86] gegenüber Schneider [109]). Bei Freilandversuchen werden im allgemeinen Erdbohrer in Form eines hohen Blechzylinders, die in die Erde eingetrieben werden, verwendet. Hierbei entstehen aber dadurch Fehler, daß oft Wurzelfasern abgeschnitten, und solche benachbarter Pflanzen mitgenommen werden. Die Ermittlung der Wurzelmenge in Gefäßversuchen ist aber auch nicht einwandfrei. Hier sind es vor allem die von den natürlichen Verhältnissen stark abweichenden Wachstumsbedingungen, wie höhere Belichtung und höhere Bodentemperatur der Gefäße, die die Entwicklung des Wurzelsystems stark beeinflussen. Andererseits kann aber die gebildete Wurzelmenge im Gefäßversuch durch vorsichtiges Ausspülen der Bodenmenge nahezu verlustlos gewonnen werden. In neuester Zeit hat Kampe (56) versucht, durch elektrometrische Messungen die Bewurzelung des Getreides festzustellen und vermittels Röntgenstrahlen die Wurzelsysteme dem Auge des Beobachters zugänglich zu machen. Leider führten diese Versuche zu keinem befriedigenden Ergebnis.

Wir stellten unsere Untersuchungen in den schon früher beschriebenen Gefäßversuchen an. Die Wurzeln wurden durch Auswaschen gewonnen. Um die Veränderungen der relativen Wurzelmasse mit dem Alter verfolgen zu können, wurden in verschiedenen Stadien der Entwicklung je 3 Gefäse geerntet und davon oberirdische und unterirdische Pflanzenmasse ermittelt. Die Trocknung des Erntematerials geschah in ähnlicher Weise wie bei der Ermittlung des Korn- und Gesamtertrages der Endernte, jedoch wurde das frische, sehr wasserreiche Erntematerial sofort nach der Ernte zerschnitten und, um Atmungsverluste zu vermeiden, schnell im Trockenschrank abgetötet.

Wir stellen zunächst bei Betrachtung der Sortenmittel in Tabelle 7 fest, daß die relative Wurzelmasse mit fortschreitender Entwicklung der Pflanzen abnimmt. Jedoch finden wir während der Zeit des Schossens eine weniger starke Abnahme; bei der Versuchsreihe „trocken“ (Gefäßversuch 2) ist sogar eine Zunahme in der Zeit vom 4.—18. 6. eingetreten. Dieses Ergebnis bestätigt die Untersuchungen von Schulze (111) und neuerdings von Arland (2),

Tabelle
Gefäß-

Datum der Ernte	Sorte	feucht (85 % d. W. K.) g-Trocken-substanz Wurzel	feucht (85 % d. W. K.) g-Trocken-substanz oberirdische Masse	feucht (85 % d. W. K.) Bewurzelungs-fähigkeit	feucht (85 % d. W. K.) Wurzel in % der oberird. Masse	1 × gewelkt g-Trocken-substanz Wurzel	1 × gewelkt g-Trocken-substanz oberirdische Masse	1 × gewelkt Bewurzelungs-fähigkeit	1 × gewelkt Wurzel in % der oberird. Masse
23. V.	1	2,7	6,55	2,43	41,2	—	—	—	—
	2	3,75	8,53	2,27	44,0	—	—	—	—
	3	4,3	8,06	1,87	53,3	—	—	—	—
	4	4,4	9,67	2,20	45,5	—	—	—	—
	5	4,0	7,00	1,75	57,0	—	—	—	—
	M.	3,83	7,96	2,10	48,2	—	—	—	—
4. VI.	1	5,33	33,20	6,24	16,05	3,00	20,2	6,74	14,85
	2	5,50	39,0	9,46	10,55	3,66	24,6	6,71	14,90
	3	4,[illegible]0	33,2	6,92	14,45	4,32	20,8	4,82	20,70
	4	5,[illegible]5	34,0	5,81	17.20	4,18	24,5	5,85	17,10
	5	9,[illegible]0	30,75	3,11	32,20	5,03	23,4	4.65	21,50
	M.	6,[illegible]6	33,9	6,30	18,1	4,04	22,3	5,74	17,8
18. VI.	1	10,[illegible]5	75,5	7,46	13,4	8,6	52,2	6,06	16,5
	2	9,[illegible]0	93,0	9,90	10,1	6,95	58,8	8,45	11,85
	3	15,[illegible]	87,6	5,50	18,15	7,25	55,4	7,64	13,10
	4	19,[illegible]	75,8	3,92	25,5	13,90	59,7	4,27	23,4
	5	14,[illegible]	70,6	4,76	21,0	12,90	51,9	4,04	24,8
	M.	13,8[illegible]	80,5	6,30	17,6	9,9	55,6	6,09	17,9
4. VII.	1	9,21	105,8	11,45	8,71	6,00	100,5	16,7	5,97
	2	10,1	105,5	10,42	9,58	5,90	100,5	17,1	5,86
	3	8,5	120,0	14,10	7,09	4,51	124,0	27,5	3,64
	4	10,1	94,7	9,50	10,55	12,15	92,8	7,64	13,10
	5	7,25	85,7	11,85	8,45	11,40	97,6	8,58	11,66
	M.	9,00	102,3	11,46	8,88	7,99	103,1	15,1	8,05
Endernte	1	4,97	134,5	27,0	3,70	5,14	140,5	27,4	3,66
	2	4,12	132,0	32,0	3,12	4,28	129,0	30,1	3,32
	3	6,90	136,0	19,7	5,07	3,30	126,5	38,4	2,61
	4	8,16	138,0	16,9	5,92	5,29	131,0	24,7	4,05
	5	8,55	139,0	16,3	6,15	6,76	124,5	18,4	5,43
	M.	6,54	135,9	22,4	4,79	4,95	130,3	27,8	3,81

7.
versuch 2.

2 × gewelkt				3 × gewelkt				trocken (35 % d. W. K.)			
g-Trocken-substanz				g-Trocken-substanz				g-Trocken-substanz			
Wurzel	oberirdische Masse	Bewurzelungs-fähigkeit	Wurzel in % der oberird. Masse	Wurzel	oberirdische Masse	Bewurzelungs-fähigkeit	Wurzel in % der oberird. Masse	Wurzel	oberirdische Masse	Bewurzelungs-fähigkeit	Wurzel in % der oberird. Masse
—	—	—	—	—	—	—	—	2,00	4,93	2,46	40,6
—	—	—	—	—	—	—	—	3,83	7,30	1,99	50,3
—	—	—	—	—	—	—	—	3,30	6,52	1,97	50,8
—	—	—	—	—	—	—	—	3,55	7,69	2,17	46,2
—	—	—	—	—	—	—	—	4,40	7,36	1,67	59,8
—	—	—	—	—	—	—	—	3,41	6,75	2,05	49,5
—	—	—	—	—	—	—	—	3,2	22,15	6,9	14,5
—	—	—	—	—	—	—	—	2,8	25,54	9,1	11,0
—	—	—	—	—	—	—	—	3,0	26,84	8,92	11,2
—	—	—	—	—	—	—	—	4,0	30,85	7,72	12,95
—	—	—	—	—	—	—	—	5,3	30,50	5,75	17,40
—	—	—	—	—	—	—	—	3,66	27,18	7,68	13,4
7,28	44,6	6,12	16,35	—	—	—	—	7,8	46,85	6,00	16,65
5,13	53,0	10.3	9,70	—	—	—	—	10,5	54,5	5,29	18,9
8,89	56,3	6,32	15,80	—	—	—	—	12,5	52,35	4,20	23,8
11,49	55,2	4,80	20,80	—	—	—	—	9,38	51,45	5,48	18,25
7,03	50,0	7,12	14,06	—	—	—	—	10,73	53,90	5,00	20,00
7,96	51,8	6,93	15,3	—	—	—	—	10,3	51,81	5,19	19,5
5,30	78,2	14,8	6,77	5,21	71,9	13,8	7,25	8,90	63,1	7,09	14,1
10,93	87,4	8,0	12,50	4,76	80,2	16,8	5,94	8,50	74,5	8,78	11,4
9,75	80,9	8,3	12,05	7,88	82.4	10,4	9,57	10,43	80,4	7,70	13,0
10,15	83,3	8,2	12,20	10,62	82,6	7,75	12,90	9,60	75,6	7,89	12,7
13,58	75,7	5.59	17,90	10,45	64,0	6,12	16,35	8,80	76,3	8,70	11,50
9,94	81,1	8,98	12,8	7,78	76,2	10,9	12,4	9,25	73,9	8,03	12,5
3,07	116,1	37,9	2,64	3,41	85,4	25,0	4,00	4,69	89,0	18,9	5,28
5,67	114,5	20,2	4,95	2,45	94,3	38,5	2,60	6,38	89,6	14,0	7,12
4,30	121,0	28,2	3,55	3,39	99,5	29.4	3,41	5,39	92,0	17,1	5,85
5,33	116,1	21,8	4,58	4,18	88,0	17,4	5,75	5,77	97,4	16,9	5,92
5,94	110,8	18,7	5,36	5,90	80,2	13,6	7,35	5,41	93,1	17,2	5,81
4,85	115,7	25,3	4,22	3,87	89,5	24,8	4,62	55,3	92,2	16,8	5,99

Tabelle 8.
Gefäßversuch 3.

Datum der Ernte	Sorte	Viel Wasser			Viel, dann wenig			Wenig Wasser			Wenig, dann viel		
		g-Trockensubstanz			g-Trockensubstanz			g-Trockensubstanz			g-Trockensubstanz		
		Wurzel	oberird. Masse	Wurzel in % der oberird. Masse	Wurzel	oberird. Masse	Wurzel in % der oberird. Masse	Wurzel	oberird. Masse	Wurzel in % der oberird. Masse	Wurzel	oberird. Masse	Wurzel in % der oberird. Masse
6. VI.	1	7,39	25,5	29,0	—	—	—	4,21	15,5	27,2	—	—	—
	4	6,10	28,2	21,6	—	—	—	5,34	21,2	25,2	—	—	—
17. VI.	1	6,30	43,8	14,4	6,25	33,8	18.5	4.55	25,3	18,0	7,95	37,2	21,4
	4	7,00	46,6	15,0	7,15	37,0	19,3	4,85	29,4	16,5	7,80	36,4	21,5
2. VII.	1	4.85	84,2	5,76	6,14	61,9	9,9	3,80	36,3	10,45	6,64	58,0	11,4
	4	4,94	72,9	6,78	7,63	57,6	13,2	4,30	43,7	9,84	6,14	53,5	11,5
Endernte	1	3,77	87,8	4,30	5,00	64,4	7,76	3,04	32,3	9,40	4,08	61,1	6,68
	4	4,87	86,0	5,65	6,73	63,4	10,6	4,17	42,2	9,90	5,38	59,8	9,00

die über ähnliche Verhältnisse in der Entwicklung des Wurzelanteils berichten. Auf trockenem Standort finden wir durchweg ein verhältnismäßig größeres Wurzelsystem, so besonders im Gefäßversuch 3 (Tab. 8), eine Tatsache, die schon früher des öfteren festgestellt ist. Auffallend ist, daß bei trockener Luft eine geringere relative Wurzelmasse ausgebildet wurde (Tab. 9). Diese Beobachtung konnte auch Arland machen; jedoch stehen diese und unsere Ergebnisse im Widerspruch zu den Untersuchungen von Lebedincev (64), der fand, daß in trockener Luft gewachsene Pflanzen ein kräftigeres Wurzelsystem ausbilden. Es wäre denkbar, daß in meinen Untersuchungen als Ursache die bedeutend geringere Belichtung und Assimilationsgröße der Kulturen unter Glas anzusehen ist, denn nach Muenscher (85) beeinträchtigt Mangel an Licht die relative Wurzelmasse.

Wie verhalten sich nun die Wurzelanteile nach Durstperioden? In diesen Versuchsreihen herrscht ebenfalls die zur Endernte fallende Tendenz der relativen Wurzelmasse vor. Jedoch scheint durch das Welken die Abnahme bedeutend langsamer vorzugehen; so finden wir nach zwei- und dreimaligem Welken durchweg höhere Wurzelanteile als bei „feucht“ oder „1 mal gewelkt“. Ebenso verhielt sich die Wurzelausbildung im Gefäßversuch 3

Tabelle 9.
Gefäßversuch 4.

Datum der Ernte	Sorte	Im Freien			Gewächshaus		
		g-Trockensubstanz		Wurzel in % der oberird. Masse	g-Trockensubstanz		Wurzel in % der oberird. Masse
		Wurzel	oberird. Masse		Wurzel	oberird. Masse	
30. V.	1	1,79	5,37	33,3	1,77	8,87	20,0
	4	2,18	6,34	34,4	2,02	10,58	19,1
6. VI.	1	2,63	8,95	29,4	2,30	15,3	15,0
	4	4,64	12,60	36,8	2,40	16,6	14,45
17. VI.	1	5,05	25,4	19,9	3,30	25,2	13,1
	4	6.30	28,2	22,3	3,55	29,0	12,25
2. VII.	1	3,82	33,4	11,45	1,81	34.3	5,29
	4	3,93	43.9	8,95	1,78	37,6	4,74
End-ernte	1	2,28	41.4	5,50	1,93	31,1	6,21
	4	4,40	51,2	8,60	3,07	31,4	9,80

(Tab. 8). Nach Übergang von feucht zu trocken nehmen die Wurzelanteile nicht etwa ab, sondern deutlich zu. Auch Tumanow (127) hat den Einfluß des Welkens auf die Wurzelentwicklung eingehend untersucht. Leider setzte er die Wurzelmengen nur in Beziehung zur Blattoberfläche, indem er die auf 1 qdm Blattoberfläche entfallende Wurzelsubstanz ermittelt. Hierbei ergab sich, daß das Wurzelsystem stärker als die Blattfläche durch Welken beeinflußt wird. Ich habe in folgender Übersicht

Tabelle 10.

Anzahl der Welkungen	Sonnenblume						Buchweizen					
	Kontrollpflanze			Versuchspflanze			Kontrollpflanze			Versuchspflanze		
	Wurzeln	oberird. Masse	relative Wurzelmasse	Wurzeln	oberird. Masse	relative Wurzelmasse	Wurzeln	oberird. Masse	relative Wurzelmasse	Wurzeln	oberird. Masse	relative Wurzelmasse
1	0,28	2,94	9,75	0,281	2,39	11,75	0,188	2,06	9,12	0,166	1,88	8,82
3	3,88	26,65	6,88	2,05	13,09	15,7	0.757	7,85	9,05	0,447	3,95	11,30
6 bzw. 7	9,53	76.7	12,4	4,01	37,2	10,8	1,237	16,4	7,55	0,769	6,89	11,10
13	14,23	119,7	11,9	6,195	63,4	9,77	—	—	—	—	—	—

die Zahlen Tumanows zusammengestellt und die relative Wurzelmasse (also in Prozenten der oberirdischen Substanz) ermittelt. Die Zahlen ergeben eindeutig ganz ähnliche Verhältnisse, wie wir sie bei uns feststellen konnten.

Einen großen Einfluß auf die Wurzelentwicklung übt die Nährsalzkonzentration im Boden aus. Nährsalzkonzentration und Wassergehalt des Bodens stehen in enger Beziehung miteinander, denn mit größerem Wasservorrat verändert sich die Konzentration der Bodenlösung. Die verschiedenartigen Wirkungen, welche Nährstoffgehalt in Verbindung mit verfügbarem Wasservorrat im Boden ausübt, sind noch durchaus nicht einwandfrei geklärt. Wir führen hier im folgenden die Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen eines N-Düngungsversuches an. Dieser diente zwar entsprechend seiner Versuchsanlage in erster Linie der Untersuchung der Konstanz der Wirkungsfaktoren sowie besonderer Probleme des Ertragsgesetzes. Die Ergebnisse der Wurzelauswaschungen gestatten uns aber zur Lösung dieser Frage einen wertvollen Einblick in die Modifizierbarkeit der Wurzelentwicklung unter dem Einfluß steigender N-Gaben.

Der Versuch wurde in Mitscherlichgefäßen mit einem Versuchsboden, der aus 10 Teilen Sand und einem Teil humusreicher Erde bestand, durchgeführt. Die Gefäße erhielten eine Grunddüngung von 3 g K_2SO_4, 5 g Superphosphat, 5 g Thomasmehl sowie Spuren von Kochsalz. Hinsichtlich der N-Düngung — es wurde der Stickstoff in Form von NH_4NO_3 gegeben — sind folgende acht Versuchsreihen zu unterscheiden:

0, $^1/_8$, $^1/_4$, $^1/_2$, 1, 2, 4 und 8 Nährstoffeinheiten (1 Nährstoffeinheit von reinem N = 0,8 g). Sämtliche Versuchsreihen wurden bei geringer (30 % d. W.K.), bei mittlerer (45 % u. 60 % d. W. K.) und hoher Bodenfeuchtigkeit (85 % d. W. K.) geprüft. Es bestand jede Serie aus einer genügenden Anzahl Gefäße, so daß während der Vegetation noch 3 Zwischenernten vorgenommen werden konnten. Diese wurden in gleicher Weise wie die schon behandelten Gefäßversuche verarbeitet. Als Versuchspflanzen diente ebenfalls Hafer, und zwar Petkuser Gelbhafer; eine Prüfung mit mehreren Sorten war leider aus Mangel an Raum und Gefäßen (der ganze Versuch benötigte bereits 350 Gefäße) nicht möglich.

(Siehe nebenstehende Tabelle.)

Wie die Tabelle 11 ergibt, sehen wir hier eine weitgehende Beeinflussung durch Düngung und Wasser. Durchweg nimmt die relative Wurzelmasse mit zunehmender Ammonnitratdüngung ab. Bisher ist dieser Rückgang des Wurzelanteils bei zunehmender Düngung stets teleologisch betrachtet worden wie

Tabelle 11.

Ernte	Düngung	30% d. W. K.			45% d. W. K.			60% d. W. K.			75% d. W. K.		
		g-Trockensubstanz			g-Trockensubstanz			g-Trockensubstanz			g-Trockensubstanz		
		Wurzel	oberird. Masse	Wurzel in % der oberird. Masse	Wurzel	oberird. Masse	Wurzel in % der oberird. Masse	Wurzel	oberird. Masse	Wurzel in % der oberird. Masse	Wurzel	oberird. Masse	Wurzel in % der oberird. Masse
31. V.	0	2,31	3,53	65,5	2,13	3,42	62,4	1,90	3,18	59,9	2,22	3,26	68,2
	1/8	3,21	6,50	49,4	2,53	6,78	37,3	1,65	5,66	29,2	1,88	5,64	33,3
	1/4	1,71	6,30	27,1	1,77	6,91	25,6	2,06	7,44	27,7	3,33	8,04	41,4
	1/2	1,72	6,07	20,9	2,06	7,10	29,0	1,64	7,46	22,0	2,22	8,89	25,0
	1	1,53	5,60	27,3	1,67	7,29	23,0	1,48	7,59	19,5	2,14	9,30	23,0
	2	0,70	4,61	15,2	0,99	6,84	14,5	1,41	7,02	20,1	1,87	7,11	26,3
	4	0,48	2,92	16,4	0,81	4,54	17,8	0,81	5,18	15,6	1,19	6,19	19,3
	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,67	4,34	15,4
13. VI.	0	2,32	4,95	47,0	1,63	5,11	31,8	1,49	4,27	34,8	2,12	4,41	48,1
	1/8	3,02	10,35	29,2	2,23	9,87	22,6	2,21	8,83	23,9	2,07	9,75	21,2
	1/4	3,21	11,56	27,8	2,73	11,80	23,1	2,99	10,65	28,1	2,89	15,39	18,8
	1/2	3,94	14,10	27,9	2,68	13,90	19,3	2,65	18,00	14,7	3,42	19,33	17,7
	1	2,20	12,25	17,9	2,72	13,55	20,1	1,97	17,35	11,35	3,54	20,41	17,3
	2	1,12	10,00	11,0	1,88	13,58	13,8	1,47	18,50	7,94	2,51	17,63	14,2
	4	0,39	4,63	8,42	0,92	12,85	7,14	1,33	15,48	8,6	2,09	15,03	13,9
	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,81	9,94	8,16
1. VII.	0	2,54	7,39	34,4	1,52	7,14	21,3	1,69	6,44	26,3	1,92	6,92	27,8
	1/8	2,61	14,80	17,6	2,69	14,63	18,4	2,21	15,48	14,3	2,68	18,74	14,2
	1/4	2,81	19,53	14,4	3,60	21,87	16,5	3,14	23,25	13,5	3,11	27,09	14,2
	1/2	4,06	23,69	17,1	3,46	26,72	13,0	3,64	30,84	11,8	4,14	36,50	11,3
	1	3,54	21,73	16,3	3,24	26,22	12,3	2,39	32,18	7,4	5,62	42,75	13,2
	2	2,03	18,33	11,1	1,59	25,58	6,22	2,32	32,11	7,2	4,79	48,13	9,95
	4	0,61	11,31	5,4	1,01	19,99	5,08	1,99	27,70	7,18	2,28	41,73	5,46
	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,79	20,94	3,77
Erntende	0	0,75	8,84	8,5	0,77	10,25	7,5	1,08	9,86	10,9	0,95	10,69	8,95
	1/8	1,54	20,75	7,43	1,63	21,10	7,72	1,81	23,7	7,65	1,78	26,40	6,75
	1/4	1,26	25,85	4,70	1,78	28,50	6,26	1,89	35,4	5,35	2,26	43,30	5,22
	1/2	1,62	32,40	5,00	1,28	40,00	3,2	2,21	47,00	4,70	2,66	58,00	4 59
	1	2,00	34,00	5.90	1,77	46,00	3,85	2,47	58,9	4,20	2,85	80,90	3,53
	2	1,77	32,20	5,55	2,59	47 80	5,42	2,86	65,6	4,36	2,89	94,9	3,40
	4	0,36	15,35	2,34	0,47	33,10	1,42	2,04	56,8	3,60	3,81	106,8	3,57
	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,52	40,0	1,3

bei v. Seelhorst und Tucker (116) (1898), indem angenommen wurde, daß „Düngung deutlich arbeitssparend im Lebensprozeß der Pflanze wirkt". Boas (14) geht aber davon aus, daß „als Folge der geringen Nährsalzkonzentration eine stärkere Quellung das Wurzelwachstum begünstigt (S. 111). Dieser kausalen Deutung kann man eine gewisse Berechtigung nicht absprechen, denn wir erkennen deutlich, daß bei hoher Feuchtigkeit (85% der W. K.) die Wurzelanteile selbst der hohen N-Gaben größer sind als bei den mittleren Wasserverhältnissen. Es darf ferner nicht unberücksichtigt bleiben, daß auch, worauf Turner (128) hinwies, der Überschuß an Assimilaten für die Ausbildung des Wurzelsystems Bedeutung hat. Da aber die N-Düngung in hervorragendem Maße das Wachstum der oberirdischen assimilierenden Organe fördert, werden auch hierdurch Verschiebungen im Verhältnis Wurzel: oberirdischer Masse eintreten können. Jedenfalls zeigen diese Beispiele zur Genüge, daß hinsichtlich der Wurzelmasse die Variationsbreite einer Art außerordentlich groß ist. Offenbar liegen hier mehrere Faktoren als nur Wasser und Ionenwirkung vor, die teils hemmend teils fördernd auf die Entwicklung des Wurzelsystems einwirken. Leider ist das Gebiet der Wurzelforschung in der letzten Zeit in unserer Agrikulturphysiologie etwas stiefmütterlich behandelt, so daß wir das verschiedenartige Zusammenwirken physikalischer, chemischer und biologischer Faktoren noch nicht genügend kennen. Infolgedessen hat man auch der relativen Wurzelmasse für die Beurteilung des Wasserhaushalts eine verschiedene Bedeutung beigemessen.

Wenn wir die spezifischen Sortenunterschiede untersuchen, erhalten wir bei oberflächlicher Betrachtung kein befriedigendes Bild. Schneider (109) glaubte, daß vorwiegend Sorten mit höherer Wurzelmasse im Verhältnis zur oberirdischen Substanz imstande sein werden, auf trockenen Böden und in trockenen Jahren relativ hohe und sichere Erträge zu liefern, während eine Sorte mit geringerem Wurzelanteil nur auf feuchten Böden und in feuchten Jahren befriedigen wird. Aus der folgenden Übersicht, in der die Wurzelanteile der einzelnen Sorten in Prozenten des jeweiligen Versuchsmittels dargestellt sind, ergibt sich aber ein anderes Bild.

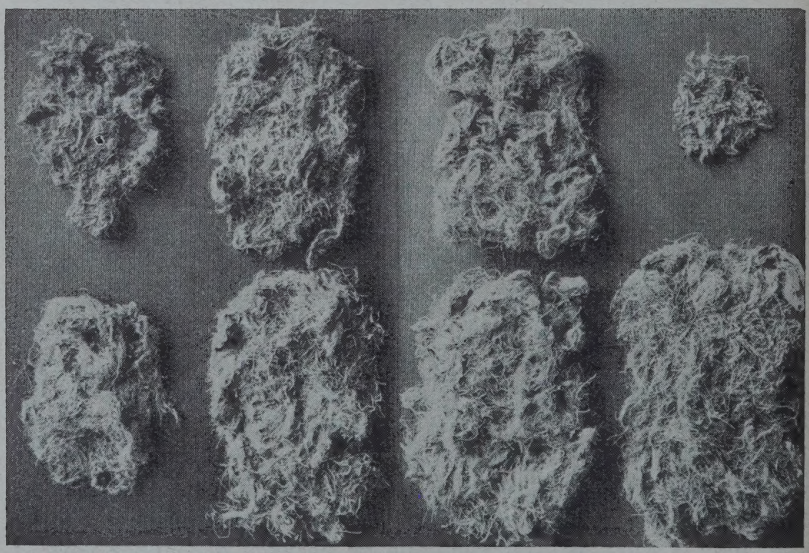
Tabelle 12.

Die Wurzelanteile in Prozenten des jeweiligen Versuchsmittels.

	Sorte	Ernte am				
		23. V.	4. VI.	18. VI.	4. VII.	Endernte
Feucht	1	85,5	89,0	76,0	98,0	77,0
	2	91,0	58,0	57,0	104,0	65,0
	3	105,0	80,0	101,0	80,0	103,0
	4	94,0	95,0	142,0	122,0	122,0
	5	109,0	180,0	120,0	95,0	128,0
Gewelkt 1 ×	1	—	83,0	92,0	74,0	96,0
	2	—	84,0	66,0	72,0	87,0
	3	—	116,0	73,0	45,0	68,0
	4	—	96,0	130,0	162,0	108,0
	5	—	121,0	138,0	143,0	136,0
Gewelkt 2 ×	1	—	—	103,0	52,0	63,0
	2	—	—	63,0	98,0	116,0
	3	—	—	102,0	94,0	84,0
	4	—	—	132,0	95,0	108,0
	5	—	—	92,0	149,0	122,0
Gewelkt 3 ×	1	—	—	—	58,0	87,0
	2	—	—	—	47,5	56,0
	3	—	—	—	77,0	74,0
	4	—	—	—	104,0	124,0
	5	—	—	—	132,0	159,0
Trocken	1	82,0	108,0	85,0	112,0	88,0
	2	102,0	82,0	97,0	92,0	118,0
	3	102,0	84,0	122,0	104,0	97,0
	4	93,0	97,0	94,0	102,0	99,0
	5	120,0	130,0	103,0	92,0	97,0

Trotz großer Schwankungen der Mittelwerte — wie sie bei einem Durchschnitt von 3 Gefäßen sowie von sonstigen Fehlerquellen des Wurzelwachstums in Gefäßen nicht anders zu erwarten waren — lassen sich doch einige anscheinend sortencharakteristische Züge erkennen. So scheinen die Sorten 1 und 2 und auch 3 kleinere Wurzelanteile zu besitzen gegenüber Sorte 4 und 5. Diese Erscheinung würde die Beobachtung Schneiders

Sorte 1 2 3 3 4 5
Oberste Reihe: trocken (35 % d. W.K.) — Mittlere Reihe: feucht (85 % d. W.K.) — Untere Reihe: 3 × gewelkt.



Düngung 0 1/4 1 4
Obere Reihe: trocken (30 % d. W.K.) — Untere Reihe: feucht (75 % d. W.K.)

Abb. 1.

insofern bestätigen, als er den frühreifenden Sorten eine schwächere relative Wurzelmasse im Vergleich zu spätreifenden Sorten zuschreibt. Wie wir später sehen werden, sind in der Tat die zuerst genannten Sorten als frühreif zu bezeichnen. Besonders auffallend treten die höheren Wurzelanteile der als Hygrophyten zu betrachtenden Sorten 1 und 5 in den Welkeserien in Erscheinung. Auf Grund dieser Beobachtung und der schon oben behandelten Wurzelausbildung nach Welken müssen wir in Übereinstimmung mit Huber (47) annehmen, daß einer Erschwerung der Wasserversorgung durch Steigerung der relativen Wurzelmasse begegnet wird, wodurch die Anforderungen an die Saugung der Masseneinheit herabgesetzt werden. So unterscheidet sich bereits äußerlich das Wurzelsystem von „3 mal gewelkt" deutlich von „feucht" oder „trocken" dadurch, daß es einen bedeutend größeren Anteil an feinen Seitenwurzeln und Verzweigungen besitzt. Wir haben die größere Ausbildung einer Wurzelverzweigung, die natürlich zu einer größeren Oberflächenwirkung des saugenden Systems führt, in den beigefügten Lichtbildern, Abbildung 1, festgehalten. Auch die Wurzeln im Düngungsversuch zeigen qualitative Unterschiede. Steigende N-Gaben bewirken offenbar ein gröberes Wurzelsystem.

b) Die morphologischen Merkmale der oberirdischen Teile der Pflanzen.

Entsprechend der Bedeutung, die man bislang der Transpiration als Kriterium der Dürreresistenz beimaß, liegen eine Reihe von Untersuchungen über die Ausbildung oberirdischer vegetativer Teile der Pflanzen insbesondere der Form und Größe des Blattapparates unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen vor. Hierbei sah man — solange die einseitige teleologische Betrachtungsweise vorherrschend war — in der Reduktion der Blattoberfläche bezw. der Blattoberflächenentwicklung (nach Remy [94], Kolkunow [60] u. a.) zweckmäßige Anpassungen, welche vornehmlich der Einschränkung der Transpiration dienten. Diese Auffassung hat nun eine grundlegende Änderung erfahren, nachdem mehrere botanische Forscher (Huber [47], Maximow [69] u. a.) keineswegs eine geringe, sondern zum Teil intensivere Transpirationsgröße xeromorpher Strukturen feststellen konnten. Trotzdem kann man, cum grano salis von einer „trockenen" Konstitution (geringe

Blattzahl, Blätter mit geringer Oberfläche im Verhältnis zum Gewicht, dünne und kürzere Halme) unserer Getreidearten- und Sortenxerophyten sprechen; jedoch wird man dann weniger die Transpirationsgröße zur Beurteilung der Xeromorphie heranziehen, als das Schwergewicht auf die osmotischen Verhältnisse in der Pflanze legen.

Wir beginnen mit der Behandlung der Gesamtblattfläche. Die Gesamtblattfläche einer Pflanze setzt sich zusammen aus der Einzelblattfläche, der Zahl der Blätter eines Halmes, sowie der Halmzahl. In früheren Arbeiten (wie Gieren [35], Boekholt [15]) hat man sich bei Untersuchung der Gesamtblattfläche meist auf die Ermittlung der Blattflächen eines Haupthalmes beschränkt und diese Größen bei den einzelnen Sorten miteinander verglichen. Diese Arbeitsweise kann wohl befriedigende Resultate liefern, wenn man Sorten mit geringen Unterschieden im Bestockungsvermögen miteinander vergleicht. Für unsere Sorten erwies sich dieses einfachere Verfahren als nicht ausreichend und so haben wir versucht, die gesamte Blattfläche der Pflanzen eines Gefäßes zu ermitteln. Hierbei ergaben sich noch einige methodische Schwierigkeiten, auf die wir kurz eingehen wollen.

Es wurden zur Untersuchung die Pflanzen derjenigen Gefäße herangezogen, die während der Vegetation zu den verschiedenen Zeiten geerntet waren. Da aber gleichzeitig das Frischgewicht der Blätter neben der Oberflächenbestimmung ermittelt werden sollte, mußte die ganze Aufarbeitung sehr schnell vor sich gehen, um keine Fehler durch Gewichtsveränderungen zu erhalten. Die Pflanzen der zu den Zwischenernten ausgewählten Gefäße wurden vorsichtig auf der Bodenoberfläche abgeschnitten und sofort gewogen. Hierauf wurde sogleich mit der Aufarbeitung, die in einem kühlen Kellerraum des Institutes stattfand, begonnen. Die Blattspreiten wurden von den Halmen einzeln losgetrennt und nach ihrer Insertionshöhe zusammengelegt und gezählt. Das untere Blatt bezeichneten wir als erstes usf., wobei allerdings Basalblätter unberücksichtigt blieben. Kamen z. B. Halme mit 7 Blättern vor, obwohl die Mehrzahl der Halme nur 6 Blätter gebildet hatten, so wurden die Blätter dieser in der Blattzahl abweichenden Halme der Größe und Form nach eingeordnet. Ebenso wurden die Blätter jüngerer Nebenhalme in die schon bestehenden Gruppen der Haupthalmblätter eingeordnet. Es wurden nur diejenigen Blätter mitgezählt, deren Blattspreite völlig ausgebildet war. Bei den späteren Ernten ließen wir die unteren Blätter von dem Zeitpunkt an unberücksichtigt, wo sie bis zur Hälfte abgestorben waren. Die einzelnen Blattgruppen wurden sofort nach der Ermittlung der Blattzahl gewogen, und zwar im Interesse einer schnelleren Durchführung auf einer gewöhnlichen Zeigerwage. Zur Oberflächenbestimmung wählten wir 8 bis 10 dem Durchschnitt entsprechende Blätter jeder Gruppe. Während wir im ersten Versuchsjahr das Lichtpausverfahren zur Anwendung brachten, bedienten

wir uns im letzten Versuchsjahr einer einfacheren Methode. Auf einer mit Glyzeringelatine bestrichenen Glasplatte, die auf einem Bogen Millimeterpapier lagert, legten wir mit etwa 10—15 Blättern, welche gegebenenfalls zerteilt wurden, eine bestimmte Fläche aus und errechneten dieselbe. Diese Methode ist bei den lanzettlichen Gramineenblättern sehr einfach und bequem und erlaubt bei einiger Übung ein schnelles Arbeiten. Leider mußte bei diesem Vorgehen auf die Fehlerrechnung verzichtet werden. Wir glauben diesen Mangel durch die Fülle des Materials und die öfteren Untersuchungen wieder ausgeglichen zu haben. Außer diesen Erhebungen wurden noch Halmzahl und Halmlänge ermittelt; letztere vor dem Erscheinen der Rispe durch Auftrennen der Halme und Freilegung der Rispenanlage, wodurch während der ganzen Versuchsdauer das gleiche Maß für die Halmentwicklung verwendet werden konnte.

(Siehe die Tabelle 13 auf S. 76 und 77.)

Wenn wir zunächst die durchschnittliche Blattgröße betrachten, so ersehen wir aus der Tabelle bei allen Sorten ein Ansteigen der Blattgrößen bis zum 4. bezw. 5. Blatt. In den Größenverhältnissen der 5. und 6. Blätter lassen sich aber deutliche Sortenunterschiede erkennen, insofern nämlich, als Probsteier und Friedrichswerther Berg in der 5. und 6. Insertion sehr große Blätter besitzen, bei den Sorten 1, 2 und zum Teil auch 3 ist das 6. Blatt bereits das oberste und kleiner als die gleich inserierten Blätter der erstgenannten Sorten. Da bekanntlich die Verdunstungsgröße von den unteren zu den oberen Blattlagen infolge der gegebenen Außenbedingungen zunimmt, wird diese Verteilung und Oberflächenentfaltung der Blätter am Halm, wie wir sie hier bei den Sorten vorfinden, nicht ohne Bedeutung für die Transpirationsverhältnisse sein. Wir kommen hierauf später noch zurück. Jedenfalls besitzen infolge dieser höheren Blattzahl je Halm und der größeren Blätter die hier untersuchten Sortenhygrophyten eine größere Gesamtfläche an transpirierenden und assimilierenden Blättern als die Sortenxerophyten 1 und 2. Diese gleichen zwar bis zu einem gewissen Grade ihre geringere Blattoberfläche je Halm durch eine größere Halmzahl je Flächeneinheit wieder aus, jedoch bleiben sie trotzdem in ihrer Gesamtoberfläche hinter den Sorten 4 und 5 zurück. Welche Bedeutung dem Bestockungsvermögen als wirksamen Faktor am Zustandekommen der Gesamtfläche eine Pflanze zukommt, erkennen wir deutlich an einem Vergleich zwischen Sorte 1 und 5. In den ersten beiden Ernten besitzt Friedrichswerther Berg eine größere Gesamtblattoberfläche; durch die nach und nach zur Ausbildung gelangten Blätter der

Tabell
Gefä

Sorte			Durchschnittliche Blattgröße in qcm							Je Gefäß Blattoberfläche in qdm						
										am 4.VI.	am 18. VI.			am 4. VII.		
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Gesamt	z. Zt. der Ernte	abgestorben	Σ	z. Zt. der Ernte	abgestorben	Σ
			Blatt													
Gewelkt	Feucht	1	28,8	55,0	74,2	79,4	73,6	48,8	—	52,6	127,0	—	127,0	89,2	46,2	135,
		2	22,8	58,4	75,6	79,6	80,4	38,4	—	67,8	122,7	—	122,7	51,8	70,9	122,
		3	37,0	62,4	77,0	79,6	81,0	52,0	—	55,4	146,0	—	146,0	51,6	94,4	146,
		4	42,0	71,0	79,6	81,8	84,2	84,4	36,8	64,2	152,6	—	152,6	76,1	95,6	171,
		5	38,6	58,2	71,2	77,2	83,4	73,2	27,6	67,4	135,0	—	135,0	59,8	75,2	135,
	1 X	1	26,0	49,4	73,6	69,8	73,0	46,8	—	70,4	112,6	—	112,6	93,6	31,2	124,
		2	25,2	48,0	76,2	81,8	73,0	43,2	—	78,2	100,4	—	100,4	91,8	8,6	100,
		3	22,0	50,6	66,4	74,2	69,8	68,4	29,6	71,0	126,0	—	126,0	99,4	34,4	133,
		4	37,2	60,8	85,4	85,4	77,0	72,4	33,0	91,6	141,0	—	141,0	109,8	31,2	141,
		5	32,4	64,2	74,8	72,4	70,2	60,8	23,4	72,8	122,0	—	122,0	93,4	28,6	122,
	2 X	1	—	64,8	69,8	63,0	73,0	35,0	—	—	88,8	13,4	102,2	94,0	13,4	107,
		2	—	48,0	68,2	83,0	67,8	36,8	—	—	81,6	5,6	87,2	70,4	14,0	84,
		3	—	46,6	68,6	85,0	72,8	66,8	38,4	—	88,0	17,8	105,8	98,6	22,0	120,
		4	—	29,5	82,4	74,8	69,0	74,8	42,0	—	94,0	11,4	105,4	98,4	11,4	109,
		5	—	60,0	78,8	70,4	66,8	61,8	32,4	—	98,0	9,0	107,0	73,0	34,0	107,
	3 X	1	—	—	—	—	48,0	35,4	—	—	—	—	—	24,6	73,9	98,
		2	—	—	—	—	64,8	40,0	—	—	—	—	—	28,4	48,6	77,
		3	—	—	—	—	51,0	69,8	58,0	—	—	—	—	44,4	63,8	108,2
		4	—	—	—	—	78,8	75,0	31,0	—	—	—	—	53,6	57,3	110,
		5	—	—	—	—	—	45,2	29,2	—	—	—	—	21,0	71,8	92,
Trocken		1	17,2	48,2	62,4	67,2	43,8	—	—	51,8	64,6	3,6	68,2	61,0	20,9	81,
		2	18,6	37,8	63,2	61,4	34,8	—	—	52,0	53,2	—	53,2	37,2	17,6	54,
		3	29,4	65,6	68,4	71,8	38,4	—	—	42,4	73,8	—	73,8	73,0	10,5	83,5
		4	35,0	52,4	64,8	69,8	42,4	—	—	55,8	83,4	—	83,4	53,6	33,1	86,7
		5	38,8	48,4	66,4	67,2	55,4	21,0	—	59,6	81,4	—	81,4	58,7	24,5	83,2

13.
Versuch 2.

Zahl der ausgesonderten Blätter	Zahl der blättertragenden Halme je Gefäß				Die Oberflächenentwicklung $\left(\frac{qcm}{g}\right)$							Trockengewicht in g der Blattmasse bei der Erntе
	4. VI.	18. VI.	4. VII.	Ernte	1. Blatt	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
213	58	57	40	34,0	89,8	93,6	102,8	100,2	102,4	156,4	—	18,1
186	70	61	34	35,6	60,8	118,6	106,4	116,8	124,2	96,6	—	14,2
204	61	55	34	31,1	78,4	89,2	93,2	102,6	103,6	107,0	—	18,1
205	57	34	29	29,9	80 8	95,6	91,8	104,6	108,0	120,0	117,0	19,9
208	68	45	31	31,9	67,4	88,6	89,8	123,4	129,6	124,4	60,0	18,3
190	74	62	36	36,0	75,2	84,4	103,0	93,4	115,2	144,4	—	17,7
183	66	57	39	36,0	91,6	94,2	116,4	122,4	128,6	144,6	—	13,7
195	54	43	38	31,8	79,2	88,2	88,8	92,2	106,0	124,2	117,4	15,4
197	41	33	30	29,6	94,0	91,0	91,0	100,6	101,4	95,6	98,6	17,2
187	62	41	32	33,0	77,4	112,4	111,2	108,2	134,2	125,8	52,2	17,8
177	—	45	37	30,5	—	133,2	105,6	95,0	113,0	125,6	—	16,4
166	—	38	37	33,0	—	142,0	131,0	135,8	115,0	134,2	—	13,6
194	—	45	35	31,6	—	93,2	108,8	113,6	109,4	112,4	149,6	16,2
178	—	29	29	29,3	—	102,4	110.2	99,8	95,2	115,6	136,0	17,0
180	—	37	31	30,0	—	108,0	121,0	135,0	114,6	115,4	147,2	17,7
193	—	—	35	31,9	—	—	—	—	148,2	180,8	—	17,8
175	—	—	32	32,4	—	—	—	—	151,2	148,2	—	15,1
177	—	—	35	31,2	—	—	—	—	127,2	143,6	256,0	16,2
185	—	—	28	29,9	—	—	—	—	164,8	197,2	140,0	17,2
184	—	—	31	29,3	—	—	—	—	—	200,0	146,0	16,9
159	61	45	35	29,3	74,8	122,8	106,0	102,2	108,8	—	—	13,3
136	57	42	31	30,0	69,8	77,0	111,4	149,6	144,2	—	—	10,7
149	46	40	35	28,6	84,0	111,0	121,8	102,4	158,0	—	—	13,2
137	44	33	29	28,4	88,6	88,4	101,0	120,4	155,0	—	—	14,3
164	57	38	30	30,0	101,6	103,8	118,0	116,6	107,4	72,0	—	14,0

zahlreichen Nebenhalme von Pflugs Früh erreicht aber diese Sorte ungefähr im Höhenpunkt der Entwicklung etwa die gleiche Gesamtoberfläche. Die Gesamtblattoberfläche ist während der Vegetationszeit dauernd je nach dem Entwicklungsrhythmus der einzelnen beteiligten Faktoren Veränderungen unterworfen. Es ist daher die in einem bestimmten Zeitpunkt gerade vorhandene Gesamtfläche nur ein unsicheres Maß für die Beurteilung der Blattflächenleistung. [1])

Die geringste Gesamtblattfläche erreicht infolge seiner geringen Blattzahl v. Kalbens Vienauer, eine Tatsache, die auch in dem Gewicht der Blattmasse bei der Endernte zum Ausdruck kommt. Die Ergebnisse der Blattgröße und der Gesamtblattfläche werden durch die Untersuchungen aus dem Jahre 1928 (Gefäßversuch 1) weitgehend bestätigt (Tab. 14).

Unsere Ergebnisse bestätigen auch die Untersuchungen von Gieren (35) der zum Teil dieselben Sorten auf ihre morphologischen Merkmale hin untersuchte. Von einer Messung der Blattbreiten- und -längenverhältnisse versprachen wir uns nicht viel; es liegen darüber auch schon eine Reihe von Untersuchungen vor. (Vgl. Zade [143]). Wir haben daher solche Messungen nur im ersten Versuchsjahr vorgenommen; die Ergebnisse seien hier kurz erwähnt (die Zahlen sind Mittelwerte von je 20 Blättern).

Tabelle 15.

		oberst.	2. oberst.	3. oberst.	4. oberst.
Feucht . .	1	11,9	13,7	13,3	8,5
	3	12,9	13,1	12,2	11,3
	4	15,8	14,7	13,0	11,3
Trocken . .	1	10,1	11,4	10,9	10,1
	3	10,8	11,8	11,2	10,5
	4	12,0	11,7	12,1	11,8

Ohne genaue Messungen im 2. Versuchsjahr vorzunehmen, war es schon nach bloßem Augenschein möglich, eine größere Blattbreite der Sorten 4 und 5 festzustellen. Man kann daher wohl, wie Gieren (35) es tat, von einer gedrungeneren Blattform der Hygrophyten gegenüber der schlanken Form der Xerophyten sprechen. Zur Beurteilung der Transpirationsverhältnisse leistet

[1]) Ähnlichen Schwierigkeiten begegnete auch Arland, indem er nach Breite und Länge der Blätter eine Auslese vornehmen wollte.

Tabelle 14.

Gefäßversuch 1.

			Durchschnittliche Blattgröße in qcm							Blattoberfläche in qdm							Zahl der ausgebildeten Blätter	Zahl der Blätter tragenden Halme				Durchschnittl. Halmstärke		Blattgewicht bei der Endernte	
										am 4. VI.	am 15. VI.			am 9. VII.											
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Gesamt	zur Zeit der Ernte	abgest.	Σ	zur Zeit der Ernte	abgest.	Σ		4. VI.	15. VI.	9. VII.	Endernte	M.	m %	M.	m %
			Blatt																					
leichter Sand	feucht	1	39,4	59,8	74,8	81,0	77,2	46,8	—	83,6	84.6	14,8	99,4	63,3	67,7	131,0	200	66	49	42	35,6	3,27	3,39	17,8	1,01
		3	31,2	50,0	69,8	80,2	68,4	33,8	—	99,4	145,2	1,4	146,6	78,9	77,5	156,4	193	59	50	32	34,7	3,51	3,33	19,5	2,01
		4	30,0	39,6	74,4	90,6	100,8	82,8	50,2	95,6	139,4	1,6	141,0	79,0	90,9	169,9	200	59	50	30	32,7	3,80	2,79	24,4	1,14
	wechselnd	1	34,4	48,2	80,2	71,4	70,4	40,8	—	71,8	95,2	3,7	98,9	69,0	58,0	127,0	180	61	55	35	26,5	3,43	1,98	16,6	3,55
		3	30,6	45,2	65,2	82,0	59,2	59,8	27,4	70,1	140,1	2,8	142,9	63,3	99,0	162,3	196	58	46	37	26,2	3,26	2,48	17,8	2,14
		4	36,0	54,0	71,0	80,4	70,4	73,2	45,8	75,4	84,3	15,0	99,3	65,9	81,6	147,5	200	55	57	26	24,8	3,20	2,12	16,5	3,88
	trocken	1	23,4	30,6	53,0	67,2	54,6	27,4	—	45,0	64,2	21,1	85,3	21,4	70,5	91,9	180	48	37	24	25,6	3,16	2,72	12,9	2,48
		3	24,6	44,6	68,2	69,4	51,0	31,6	—	68,6	74,5	14,3	88,8	31,6	76,3	107,9	175	49	34	26	26,6	3,53	2,15	13,2	2,80
		4	28,8	45.2	58,0	73,4	80,0	62,8	33,8	69,8	82,6	3,8	86,4	44,0	52,1	96,1	190	42	41	23	25,9	3,55	1,75	13,7	3,72
schwerer Lehmboden	Sorte 3	feucht	35,2	70,4	79,4	96,2	77,0	48,0	—	86,1	111,0	13,0	124,0	102,0	50,2	152,2	154	54	38	29	30,5	3,46	1,36	19,4	4,4
		wechselnd	40	76,2	88,0	79,9	63,2	26,2	—	62,1	109,1	3,6	122,7	103,1	37,3	140,4	148	61	54	36	26,4	3,69	3,52	19,1	1,4
		trocken	—	20,0	47,4	51,4	61,2	32,4	—	62,2	62,2	9,1	71,3	54,3	17.0	71,3	114	33	29	29	26,6	3,10	1,71	9,8	3,8

aber die Kenntnis der Blattformen nur wenig, denn nach der Auffassung von Benecke (11), der sich auch neuerdings Seybold (117) anschließt, ist in bewegter Luft, wie sie auch bei unseren im Freien stehenden Gefäßen angenommen werden muß, die Gestalt der Blätter gleichgültig. Wir können also ohne weiteres die Transpiration auf die Flächeneinheit reduzieren.

Hiermit seien die wichtigsten Sorteneigenschaften hinsichtlich der Blattverhältnisse genügend gekennzeichnet. Welcher Art sind nun die funktionellen Anpassungen an die verschiedenen Wasserverhältnisse, und in welchem Maße sind die Komponenten der Gesamtblattfläche modifizierbar? Der große Einfluß geringer Bodenfeuchtigkeit auf die Oberflächenentfaltung ist schon öfters in älteren und neueren Arbeiten festgestellt. Wir finden auch in unseren Beispielen, daß Bodentrockenheit sowohl die Blattzahl je Halm als auch die Blattgröße und das Bestockungsvermögen der Pflanzen im hohen Maße beeinträchtigt.

In gleicher Richtung wie Bodentrockenheit wirkt hohe Lufttrockenheit auf die Oberflächenentfaltung wie aus den Zahlen des Gefäßversuches 4 hervorgeht.

(Siehe nebenstehende Tabelle.)

Die durchweg geringere Blattgröße im Vergleich zu Gefäßversuch 2 ist auf die kleineren Gefäße zurückzuführen, die eine schlechtere Ausbildung der vegetativen Organe bewirkte. Aber dennoch sind die Versuchsreihen in sich vergleichbar.

Besonders interessant ist aber das Verhalten der Blätter nach dem Welken. Tumanow konnte bei seinen Welkeversuchen beobachten, daß auf die Entwicklung der Blattoberfläche öfteres Welken nicht weiter schädigend wirkt, sobald die Pflanzen in den ersten Welkungen einen gewissen Abhärtungsprozeß durchgemacht haben. Die Blätter der periodisch gewelkten Pflanzen zeichnen sich dann durch längere Lebensdauer aus, während die Blätter der unbehandelten Vergleichspflanzen rascher abgenutzt, abgeworfen und durch neue ersetzt werden. Eine ähnliche Tendenz läßt sich auch aus unseren Zahlen im Gefäßversuch 2 herauslesen. Wir vergleichen die Flächenwerte der abgestorbenen Blätter in der Ernte vom 4. Juli bei „feucht“ und „1mal bezw. 2mal gewelkt“ und können feststellen, daß der Anteil an abgestorbener Blattfläche durchweg am größten bei „feucht“ ist. Auch bei gleichmäßig

Gefäßversuch 3.

Sorte		Blattoberfläche je Gefäß in qdm am 6.VI.	Blattoberfläche je Gefäß in qdm am 2. VII.			Die durchschnittliche Blattgröße in qcm							Zahl der ausgebildeten Blätter	Zahl der Blätter tragenden Halme		
		Gesamt	zur Zeit der Ernte	abgest.	Σ	1. Blatt	2. Blatt	3. Blatt	4. Blatt	5. Blatt	6. Blatt	7. Blatt		6. VI.	2. VII.	Endernte
Viel	1	65,4	91,6	7,4	99,0	25,0	50,0	63,2	74,8	70,0	30,0	—	176	53,0	31,5	29,0
	4	96,8	110,6	9,6	120,2	30,8	68,4	88,8	86,0	77,0	54,4	32,0	199	32,0	30,0	30,3
Viel dann wenig	1	—	56,6	22,0	78,6	—	—	58,8	63,4	52,0	16,0	—	182	—	36,0	32,9
	4	—	72,6	53,4	126,0	—	—	—	79,2	74,0	59,4	25,6	211	—	34,5	31,1
Wenig	1	46,2	30,6	17,6	48,2	19,8	41,0	54,0	50,0	20,0	—	—	135	30,7	29,5	29,7
	4	46,0	32,2	18,0	50,2	28,2	35,0	41,6	52,0	23,0	—	—	140	30,3	29,0	30,2
Wenig dann viel	1	—	64,4	5,4	69,8	—	57,6	53,4	40,2	46,0	18,4	—	167	—	37,0	30,7
	4	—	51,2	8,2	59,4	—	57,0	50,0	44,4	36,4	18,8	—	140	—	29,0	32,0

Gefäßversuch 4.

Sorte		Durchschnittliche Blattgröße in qcm 1. Blatt	2. Blatt	3. Blatt	4. Blatt	5. Blatt	6. Blatt	Blattoberfläche in qdm am 6.VI. Gesamt	am 17. VI. zur Zeit der Ernte	abgest.	Σ	Anzahl der ausgebildeten Blätter	Zahl der Blätter tragenden Halme 6.VI	17.VI.	Endernte	Die Oberflächenentwicklung $\left(\frac{qcm}{g}\right)$ 1. Blatt	2. Blatt	3. Blatt	4. Blatt	5. Blatt	6. Blatt
Im Freien	1	18,0	50,0	79,8	76,2	70,0	33,4	34,4	45,6	1,8	47,4	69	18	20	15,4	79,6	88,4	108,0	113,2	189,2	45,8
	4	25,8	50,0	64,0	66,0	79,8	37,6	39,6	41,8	4,2	46,0	72	17	17	15,8	95,8	96,6	84,0	82,4	108,4	87,2
Im Gewächshaus	1	23,0	42,8	56,0	73,2	75,4	40,0	43,8	37,8	11,0	48,8	81	19	24	16,7	107,0	95,0	94,8	152,2	199,0	130,4
	4	31,6	44,4	62,0	65,6	59,6	40,4	39,6	32,4	11,2	43,6	76	17	16	15,7	120,4	94,0	103,2	146,0	192,4	—

geringer Bodenfeuchtigkeit scheinen die Blätter eine längere Lebensdauer zu besitzen. Im Gefäßversuch 1 tritt diese Erscheinung zwar nicht so deutlich hervor, es ist aber auch dieselbe Tendenz erkennbar.

(Siehe die Tabelle 17 auf folgender Seite.)

Daß höherer Nährstoffvorrat größere Blattflächen bewirkt, ist eine hinreichend bekannte Tatsache. Die Tabelle 17 des N-Düngungsversuches zeigt sehr schön die Abhängigkeit der Blattgröße und Gesamtblattflächenentwicklung von Düngung und Bodenfeuchtigkeit. Bei hoher Bodenfeuchtigkeit und N-Düngung nimmt sogar die Blattzahl je Halm zu. Bei zunehmender Düngung und geringer Bodenfeuchtigkeit steigt die Gesamtblattfläche bis zu einem Höchstwert, um alsdann wieder abzufallen; dabei ist dieser Rückgang in der Gesamtoberfläche weniger auf die kleiner werdende Einzelblattgröße als die verringerte Zahl der ausgebildeten Blätter zurückzuführen.

Eine eingehende Behandlung verdient noch die Oberflächenentwicklung der Blätter als Maß für die Beurteilung der xeromorphen bezw. hygromorphen Blattstruktur. Walter (136) bezeichnet die Blattoberflächenentwicklung d. h. das Verhältnis von Blattoberfläche zu Blattvolumen bezw. Blattfrischgewicht als bedeutend wichtigeres Anpassungsmerkmal und Transpirationskriterium als die Beschaffenheit der Blattoberfläche selbst. Schon bei Schimper (108) nimmt die Reduktion der Oberfläche bei gleichem Volumen die erste Stelle unter den xeromorphen Merkmalen ein. Hierbei geht man gefühlsmäßig von der richtigen Vorstellung aus, daß jede Annäherung an die Kugelform eine Reduktion der Oberfläche darstellt. Die geringste Oberflächenentwicklung besitzen demnach die Sukkulenten mit ihren dicken, fleischigen Blättern; ebenfalls stellt man die Xerophyten an den Anfang der Reihe, und zwar auf Grund der Beobachtungen, daß Sonnenblätter infolge stärkerer Ausbildung des Palisadenparenchyms eine größere Blattdicke besitzen.

Anders muß aber das Getreideblatt bewertet werden! Unsere Getreidearten sind auf Grund ihrer Abstammung aus Wildgräsern mehr oder weniger sämtlich als Sonnenarten anzusehen. Es ist aber fraglich, ob man auch bei dem schmalen, flachen Getreideblatt eine ähnliche Einteilung treffen darf, indem man Blätter mit

geringerer Oberflächenentwicklung als xeromorph betrachtet. Im allgemeinen sind wir gewöhnt, bei einem Vorhandensein dicker, saftiger Blätter von einer schwammigen gegenüber einer trockenen Konstitution zu sprechen. (Vgl. Tschermak [129] und Liebscher [65)].) Gewisse Bedenken, daß eine Reduktion auf gleiches Volumen nicht immer günstig sei, äußerst auch schon M. Dietrich (28), wenn sie sagt: „Zahlreiche oder sehr große Interzellularräume vergrößern das Gesamtvolumen, lassen also die Transpiration/Volumen kleiner werden als bei Pflanzen mit engen Interzellularen; und doch ist gerade die Ausbildung großer Interzellularräume in erster Linie bei Pflanzen anzutreffen, die mit dem Wasser nicht haushälterisch umzugehen brauchen, wie z. B. bei zahlreichen Wasserpflanzen“ (Seite 154). Unsere xeromorphen Blattformen besitzen eine größere Oberfläche im Verhältnis zum Volumen, wie Scheibe (105) schon bei seiner Untersuchung von verschiedenen Weizenvarietäten und Unterarten gefunden hat. Denn bei gleichbleibender Oberfläche muß der Quotient $\frac{\text{Oberfläche}}{\text{Volumen}}$ bezw. $\frac{\text{Oberfläche}}{\text{Frischgew.}}$ um so geringer werden, je mehr der Nenner anwächst. Da wegen der schwierigen Ermittlung des Blattvolumens allgemein das Frischgewicht vorgezogen und als brauchbares Bezugsmoment für die Transpiration empfohlen wird[1]) (Walter [136], Huber [47] und andere), so muß das Resultat, welches wir für die Oberflächenentwicklung eines Blattes erhalten, im wesentlichen durch den Wassergehalt des Blattes (etwa 80—90% des Blattfrischgewichtes ist Wasser) bestimmt werden. Blätter mit geringem Wassergehalt müssen eine große, wasserreichere Blätter eine geringere Oberflächenentwicklung ergeben. Wenn wir dieser Annahme folgen, so werden wir von den hochinserierten Blättern, die nach den Untersuchungen von Zalenski[2]) (70), Heuser (43) und Rippel (97) xeromorpher sind, eine größere Oberflächenentwicklung als von tiefer inserierten erwarten. Nach Boekholt(15)

[1]) Wir versuchten mit der von Scheibe vorgeschlagenen Methodik der Flüssigkeitsverdrängung das Volumen zu ermitteln. Jedoch befriedigte diese Methode wegen ihrer großen Fehlerquellen und der geringen Übereinstimmung der Resultate nicht.

[2]) Es war mir nicht möglich, diese russische Arbeit einzusehen, ich beschränke mich daher auf das Referat Maximows (70).

T

N-Düngung in Nährstoffeinheiten	Bodenfeuchtigkeit	Durchschnittliche Blattgröße in qcm					Gesamte Blattoberfläche in qdm	Zahl der ausgebildeten Blätter	am 13. VI.			
		1. Blatt	2. Blatt	3. Blatt	4. Blatt	5. Blatt			1. Blatt	2. Blatt	3. Blatt	4. Blatt
trocken ↓ feucht 0	I	13,6	12,8	13,4	2,4	—	9,9	84	136,0	118,8	128,0	—
	II	17,2	21,6	36,4	6,6	—	22,5	96	126,4	146,0	334,0	—
	III	19,2	22,2	36,2	5,4	—	22,1	100	152,0	142,0	306,0	—
	IV	18,0	20	31,2	6,2	—	18,5	99	136,8	122,0	268,0	—
1/8	I	22,0	27,0	27,0	18,0	—	22,7	99	78,8	92,0	156,4	135,
	II	24,0	34,0	34,6	12,0	—	27,4	101	102,0	102,4	128,8	—
	III	25,0	39,2	37,0	13,2	6,6	30,2	113	107,6	123,6	129,0	105,
	IV	29,0	25,0	27,0	35,6	13,8	39,9	118	120,0	131,4	152,8	—
1/4	I	27,4	35,0	35,0	20,6	—	30,4	98	137,0	106,8	108,8	77,
	II	33,4	46,2	44,8	35,2	11,6	42,7	125	114,0	107,0	119,2	113,
	III	32,6	48,0	50,0	38,0	15,4	44,4	113	115,6	101,2	118,2	86,
	IV	25,2	39,2	43,8	35,2	13,6	36,6	110	87,6	93,2	99,4	68,
1/2	I	25,0	36,0	32,6	15,4	—	27,0	100	153,0	106,0	89,0	79,
	II	31,8	48,0	53,8	35.6	12,0	37,4	116	172,4	133,4	109,2	72,
	III	27,6	49,0	63,0	48,0	23,8	50,8	125	93,0	93,4	106,4	88,
	IV	30,2	54,2	59,2	69,2	14,0	56,0	120	95,8	101,0	96,8	117,
1	I	14,0	30,0	32,6	35,8	—	28,4	100	214	156,8	109,0	102,
	II	30,0	47,8	57,8	42,0	—	41,8	105	131,6	100,0	119,0	80,
	III	27,6	49,0	63,0	60,0	27.0	61,4	120	112,4	102,4	99,6	84,
	IV	24,6	47,8	74,6	80,0	17,2	61,2	121	106,4	117,8	80,4	92,
2	I	22,0	27,2	35,4	15,6	—	24,0	96	248,0	136,0	133,4	50,
	II	33,4	50,0	61,6	25,2	—	42,8	101	176,8	146,2	134,0	48,
	III	27,6	42,0	32,6	61,8	22,4	63,6	122	147,0	111,6	108,8	113,
	IV	26,2	39,0	61,2	80,0	42,4	76,6	171	96,4	79,2	93,2	51,
4	I	24,6	19,2	23,4	46,0	10,0	21,2	110	244	107,2	114,0	83,
	II	40,0	27,4	38,6	50,0	16,4	36,7	110	286	101,6	111,0	121,
	III	27,6	42,0	32,6	48,6	23,6	49,3	150	224	142,0	70,0	96,
	IV	18,6	43,0	59,8	66,4	29,8	74,4	170	73,4	105,6	143,0	94,
8	IV	35,8	43,8	57,2	61,4	16,8	48,0	110	—	—	—	—

ichenentwicklung $\left(\frac{qcm}{g}\right)$ am 1. VII.				Halmzahl bei der Ernte	Trockengewicht (in g) der Blattmasse bei der Ernte	Trockensubstanzgehalt der Blätter	
2.	3.	4.	5.			13. VI.	1. VII.
Blatt							
133,2	416,0	216.0	—	25,0	1,79	24,4	16,4
174,0	456,0	208,0	—	25,0	2,02	18,9	14.7
176,0	284,0	193,0	—	25,2	1,96	16,7	14,1
151,2	390,0	212,0	—	25,0	2,00	18,3	13,5
140,6	204,0	332,0	—	25,0	3,87	21,7	10,7
158,0	320,0	208,0	—	25,2	3,96	17,8	15,6
132,4	165,2	106,2	83,0	25,2	4,44	15,3	14,3
148,8	171,2	159,8	108,0	25,0	4,75	15,0	15,0
132,4	151,0	258,0	—	25,0	4,57	17,3	18,1
126,6	134,8	139,2	116,0	24,5	5,36	14,1	14,5
115,4	133,0	128,8	128,0	25,0	6,16	13,7	14,2
85,2	109,2	142,0	117,0	25,2	7,22	17,6	15,2
103,2	96,0	91,2	—	24,8	5,60	18,3	18,3
91,8	113,0	143,4	101,0	25,0	7,05	15,2	15,6
90,0	122,2	117,4	152,4	25,0	8,55	14,3	14,1
91,0	113.0	174,0	97,4	25,2	9,60	15,8	15,8
91,6	77,6	194,0	—	36,0	7,25	18,4	16,9
89,6	100,2	160,8	—	25,6	7,80	14,1	11,2
79,8	128,0	96,0	98,0	25,2	10,10	12,5	14,4
62,8	99,2	127,2	58,4	28,4	14,75	16,1	14,9
84,8	101.2	101,0	—	40,0	5.61	16,3	16,5
104,4	107,8	101,4	—	37,4	9,41	15,4	15,2
72,8	49,2	104,0	96,8	29,4	13,55	14,3	14,3
57,6	86,0	108,8	118,0	44,8	17,10	13,9	14,4
86,0	105,6	374,0	—	18,0	4,32	16,6	17,6
71,0	95,4	294,0	—	25,8	7,41	15,9	16,8
99,0	62,4	101,4	115,4	41,0	12,20	16,3	14,9
82,6	107,4	139,0	166,4	49,8	16,80	14.9	15,7
—	—	—	—	20,8	11,05	22,3	18,6

und Gieren (35) besitzen tatsächlich die hochinserierten Blätter eine geringere Blattdicke, eine Tatsache, die ohne weiteres für eine größere Oberflächenausdehnung xeromorpher Blätter spricht. Auch Heuser ermittelt bei seinen Getreidehygrophyten die größte Blattdicke.

Tabelle 18.

Sorte	Sorten aus dem Feldbestande												Halmzahl je 1 qm
	Durchschnittliche Blattgröße in qcm						Oberflächenentwicklung (Anfang Juli)						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
1	—	30,1	51,9	51,6	25,0	—	—	—	61,7	67,9	147,0	—	83,0
2	—	48,2	65,4	55,9	30,9	—	—	—	130,0	86,9	89,0	—	68,0
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56,3
4	—	60,0	65,2	71,6	69,4	33,7	—	—	122,0	64,0	61,5	60,6	46,0
5	—	64,4	69,2	61,5	68,7	31,7	—	—	126,0	61,0	61,5	64,0	55,3

In den Tabellen 13, 16 und 18 sind die Werte für die einzelnen Blätter sowohl für die Pflanzen aus einem Feldbestand als auch für das Blattmaterial aus den Gefäßversuchen 2 und 4 dargestellt. Diese Zahlen sind Mittelwerte von 3 Ernten. Trotz der zum Teil großen Unterschiede, die größtenteils auf die verhältnismäßig grobe Ermittlung der Blattgröße und Blattschwere zurückzuführen sind, tritt aber die Tendenz der größeren Oberflächenentwicklung höherer Blattlagen deutlich hervor. Beim 7. Blatt des Gefäßversuches 2 finden wir in den ersten beiden Versuchsreihen allerdings einige Blätter mit auffallend niedriger Oberflächenentwicklung. Ebenso bei den Blättern der spätreifen Sorten 4 und 5 des Feldbestandes ergibt sich kein Ansteigen der Werte. Ich glaube, diese Erscheinung auf das verschiedene Alter zurückführen zu können. Junge Blätter, die soeben ihre Blattfläche völlig entfaltet haben, sind wahrscheinlich saftiger und daher schwerer. Ich möchte auch diese Annahme mit einigen Beispielen belegen. In Tabelle 17 ist die Blattoberflächenentwicklung der Pflanzen aus dem N-Düngungsversuch aufgeführt. Dieser Versuch erschien mir wegen seiner großen Unterschiede im Entwicklungsverlauf für eine Gegenüberstellung von schnell und langsam sich entwickelnden Pflanzen gut geeignet. Wir vergleichen die Zahlen für die Oberflächenentwicklung einer Mitte

Juni und Anfang Juli vorgenommenen Ernte. Bei der ersten Ernte erscheinen abgesehen von den Versuchsreihen mit geringer Düngung und Bodentrockenheit die unteren Blätter wegen ihres relativ geringen Gewichtes weniger oberflächenreduziert als die dritten und vierten Blätter. Aber bereits etwa 3 Wochen später zeigt sich das entgegengesetzte Bild, jetzt erst beginnt die tatsächlich xeromorphe Struktur der oberen Blätter in der Oberflächenentwicklung zum Ausdruck zu kommen.

Was die Beziehungen zwischen Oberflächenentwicklung und Transpiration anbetrifft, so hat Arland einen weitgehenden Einfluß auf die Transpiration festgestellt. Er bemerkt dazu (S. 35): „merkwürdigerweise ergibt sich dieser Einfluß erst in der 2. Hälfte der Vegetation des Hafers.“ Ich gebe die Zahlen im folgenden wieder:

Vergleich der Transpirationswerte von Spitzenblättern mit ihrer Oberflächenentwicklung.

Tabelle 19.

Blattgewicht g	Blattfläche qcm	Oberflächenentwicklung (Blattfläche: Blattgewicht)	Transpiration auf 1 qcm	Transpiration auf 1 g Blattgewicht
0,190	19,7	103.7	7,6	788
0,210	18,3	87,1	10,4	906
0,270	21,9	81,1	11,4	925
0,300	22,0	73,3	11,4	836
0,220	13,6	61,8	11,8	730
0,250	15,9	63,6	11,9	756
0,330	20,8	63,0	12,5	788

In der letzten Spalte habe ich die Werte für die Transpiration, auf das Frischgewicht der Blätter bezogen, hinzugefügt. Die Zahlen sind errechnet aus der zwischen Oberflächentranspiration, Oberflächenentwicklung und Transpiration pro Gewichtseinheit bestehenden Beziehung:

$$\frac{\text{Transp.}}{\text{Fläche}} \times \frac{\text{Gewicht}}{\text{Fläche}} = \frac{\text{Transp.}}{\text{Gewicht}}.$$

Wir erkennen hierbei deutlich, daß eine gewisse Gegensätzlichkeit zwischen Oberflächenausdehnung und Transpiration der Flächeneinheit besteht. Gesteigerte Oberflächentranspiration wird wieder

durch geringere Oberflächenentwicklung ausgeglichen; das Produkt beider Größen, nämlich die Transpiration pro Masseneinheit bleibt aber konstant (vgl. auch Huber [47]). Wir sehen aber an diesem Beispiel, daß eine einseitige Betrachtung der Oberflächentranspiration nicht befriedigen kann. Wir können auch in dem Beispiel von Arland annehmen, daß das verschiedene Frischgewicht vorwiegend durch den verschiedenen Wassergehalt bedingt ist. Damit ergibt sich aber eine Oberflächentranspiration, die je nach dem Ausreifungsgrad der Blätter starken Schwankungen unterworfen ist. Bei der Beurteilung des Wasserverbrauchs wird es daher notwendig sein, von den 3 miteinander in Beziehung stehenden Größen wenigstens 2 ermittelt zu haben. Kennen wir z. B. die Oberflächenausdehnung eines transpirierenden Systems und dessen Wasserabgabe pro Gewichts- oder Volumeneinheit, dann können wir daraus auch auf die Flächentranspiration schließen. Wir werden später die Bedeutung dieser Zusammenhänge noch eingehender bei Besprechung der Transpirationsverhältnisse zu behandeln haben.

Die Beurteilung einer Sorte hinsichtlich ihres Xerophytismus lediglich auf Grund der Oberflächenentwicklung ist aber unmöglich und wird zu ganz falschen Resultaten führen können; denn es sagt die Oberflächenentwicklung allein über den Wasserhaushalt noch nichts aus. Es kann aber auch die in der Oberflächenentwicklung zum Ausdruck kommende xeromorphe Struktur eines Blattes weitgehend durch den Ausreifungsgrad verdeckt werden. Das ist bei der Verwendung dieses ökologischen Begriffs stets zu beachten! So werden die höheren Zahlen der oberen Blätter in den Versuchsreihen „2- und 3mal gewelkt“ gegenüber „feucht“ sowohl auf die durch die Welkung bewirkte xeromorphere Struktur als auch auf den höheren Ausreifungsgrad dieser Blätter zurückzuführen sein. Das Ergebnis in bezug auf die Oberflächenentwicklung bei Gefäßversuch 4 (Tabelle 16) war zu erwarten. Die höhere Lufttrockenheit bewirkt xeromorphe Blattstrukturen. Leider lassen sich aus den Sortenergebnissen des Gefäßversuches 2 keine sicheren Rückschlüsse auf die Oberflächenentwicklung als Sortenmerkmal der ganzen Pflanze ziehen. Große Unterschiede werden bei einem Vergleich von Sorten mit gleicher Blattzahl und gleich inserierten Blättern nicht zu erwarten sein. Die Beurteilung bei Sorten mit verschiedener Blattzahl ist aber schwierig.

Die richtigste Bewertung der ganzen Pflanze wird durch Summation der Oberflächenausdehnung der einzelnen Blätter je Halm erfolgen. Bei dieser Rechnungsart wird sich bei den blattärmeren Pflanzen für den einzelnen Halm jedenfalls eine geringere Gesamtoberflächenausdehnung ergeben. Inwieweit allerdings diese geringere Oberflächenentwicklung wieder durch größere Halmzahl ausgeglichen wird, ist wegen des ungleichen Wachstums der Nebenhalme schwer zu entscheiden.

(Siehe die Tabelle 20 auf folgender Seite.)

Wir wollen daher einmal untersuchen, welche Blattoberfläche auf die Einheit der gesamten Masse der oberirdischen Frischsubstanz entfällt. Es gilt sicherlich die Forderung Schimpers (108) „Reduktion der Oberfläche bei gleichen Volumen" nicht nur für die Formverhältnisse der Blätter selbst, sondern auch für die Blattflächen im Verhältnis zur gesamten Pflanzenmasse. In der Tabelle 20 sind die Blattgewichte sowohl frisch als trocken in Prozenten der Gesamtfrisch- bezw. Trockensubstanz dargestellt. Bei Durchsicht dieser Verhältniszahlen ergibt sich tatsächlich ein geringerer Anteil der Blattmasse am Gesamtgewicht bei den Xerophyten. Wir können dabei wohl ohne Bedenken das Blattrockengewicht als Maß der Blattfläche heranziehen. Die Blattgewichte der Endernte sind Mittelwerte von je 6—8 Töpfen, also von etwa 200 Pflanzen. Die Blattmasse (auch die schon am Halm verwelkten Blätter) gewannen wir bei der Endernte dadurch nahezu verlustlos, daß das Erntematerial ganz und gar in große Papierbogen eingewickelt wurde.

Durch geringsten Blattanteil zeichnet sich v. Kalbens Vienauer aus, während Probsteier offenbar den größten Blattanteil besitzt. Kirsches Gelb nimmt oft eine Mittelstellung ein. Bei einem Vergleich von Pflugs Früh und Friedrichswerther Berg finden sich zuweilen nur geringe Unterschiede besonders bei den Blattgewichten in Prozenten der Frisch- bezw. Trockensubstanz. Die geringere Blattmasse der Xerophyten im Verhältnis zur Gesamtmasse tritt auch bei der Berechnung der Blattfläche in Prozenten des Frischgewichts deutlich hervor. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, daß gerade das Frischgewicht als Bezugssystem nicht ohne Bedenken zu verwenden ist. Der auffallend hohe Blattflächenanteil von v. Kalbens Vienauer am 4. Juli in der Versuchs-

Tabelle 20.

Gefäßversuch 2.

	Sorte	Die Blattgewichte in % des Gesamtfrischgewichtes				Die Blattrockengewichte in % der Gesamttrockensubstanz					Die Gesamtblattfläche in % des Gesamtfrischgewichts			Kornerträge in	
		23. V.	4. VI.	18. VI.	4. VII.	23. V.	4. VI.	18. VI.	4. VII.	Ernte	4. VI.	18. VI.	4. VII.	% der Oberfl.	% d. Erntebl.-gewichts
Feucht	1	25,5	26,2	26,6	16,5	43,0	28,9	27,5	17,2	13,4	18,1	24,2	26,1	41,5	310
	2	24,2	23,2	19,4	12,7	42,9	28,4	19,6	16,8	10,8	20,4	22,1	34,6	43,5	376
	3	30,2	31,2	23.6	16,8	42,2	35,9	23,1	15,8	13,3	19,9	25,1	30,2	39,0	316
	4	29,0	32,5	29,3	18,1	69,6	33,0	32,2	19,7	14,4	21,2	31,0	38,3	29,6	255
	5	29,2	28,8	27,2	16,3	45,2	33,0	28,4	17,4	13,1	24,1	26,9	32,4	37,8	279
Gewelkt 1×	1	—	28,0	25,2	20,0	—	42,5	32,8	17,1	12,6	29,8	24,6	24,2	47,8	333
	2	—	26,8	22,3	18,5	—	34,4	25,2	14,5	10,6	33,0	23,7	21,7	53,5	393
	3	—	29,5	25,3	18,9	—	40,0	29,5	14,0	12,2	31,2	27,8	28,2	36,9	320
	4	—	36,2	29,8	22,2	—	47,9	33,6	21,8	13,1	39,0	30,6	25,5	35,8	294
	5	—	32,2	28,2	18,1	—	42,0	31,4	20,1	14,2	31,0	32,6	30,9	38,5	273
Gewelkt 2×	1	—	—	24,3	19,8	—	—	26,9	18,7	14,1	—	34,1	25,5	39,6	302
	2	—	—	21,6	19,5	—	—	23,7	18,7	11,8	—	28,4	21,8	58,5	365
	3	—	—	24,4	20,8	—	—	29,2	19,7	13,4	—	30,7	27,9	41,0	306
	4	—	—	28,2	22,2	—	—	33,2	21,9	14,6	—	31,7	26,7	41,6	269
	5	—	—	25,6	21,2	—	—	28,5	20,8	15,9	—	35,2	30,1	41,9	254
Gewelkt 3×	1	—	—	—	11,1	—	—	—	20,4	20,8	—	—	48,5	25,8	143
	2	—	—	—	12,6	—	—	—	18,5	16,0	—	—	33,2	44,1	226
	3	—	—	—	15,2	—	—	—	19,7	16,3	—	—	43,8	32,6	218
	4	—	—	—	15,7	—	—	—	18,9	19,5	—	—	44,4	22,5	145
	5	—	—	—	12,4	—	—	—	15,8	21,0	—	—	43,7	22,0	121
Wenig	1	38,6	30,6	24,2	19,8	51,2	34,2	27,9	19,5	14,9	27,2	25,4	26,0	45,8	354
	2	25,7	26,9	20,2	15,1	40,5	32.0	20,9	13,9	11,9	26,6	19,0	18,9	69,2	356
	3	38,6	29,8	24,5	24,9	57,8	33,6	25,1	17,4	14,3	18,5	25,0	23,8	43,4	274
	4	26,3	34,0	28,0	17,4	36,7	38,0	27,6	19,6	14,7	23,2	28,3	29,0	43,5	264
	5	22,2	33,0	25,8	17,0	40,8	36,5	27,3	18,5	15,0	25,5	27,1	26,7	44,9	267

reihe „feucht“ ist zum Beispiel auf das geringere Frischgewicht dieser Sorte an dem betreffenden Erntetermin zurückzuführen; v. Kalbens Vienauer ist außerordentlich frühreif und tritt daher schon in das Stadium beginnender Reife ein.

Tabelle 20a.

Durchschnitts-Ertrag eines Sortenfeldbestandes von 4 × 1 qm Erntefläche, sowie die Oberflächenentwicklung der Sorten.

Sorten	Kornertrag in g		Korn und Stroh	Korn in % des Gesamtgewichts	Blattmasse je Erntefläche			Gesamtblattfläche in % des Frischgewichts
					Absolut	Kornerträge in % des Blattgewichts	In % des Gesamtgewichts	
	Mittel	m %	in g		in g			
1	147,8	4,98	310	47,6	24,4	60,5	7,87	36,8
2	102,4	4,14	238	43,0	15,1	67,5	6,35	26,8
3	114,1	10,1	265	43,1	21,7	52,5	8,20	43,6
4	90,5	7,36	224	40,4	20,2	44,6	9,02	49,0
5	119,7	11,60	286	41,8	25,4	47,1	8,90	45,8

Gefäßversuch 4.

Sorte		Blattfrischgewicht (am 17. VI.) in % des Gesamtfrischgewichts	Blatttrockengewicht in % der Trockensubstanz bei Ernte	Gesamtblattfläche in % des Frischgewichts		Kornertrag in %	
				6. VI.	17. VI.	der Blattfläche	des Blattgewichts
Im Freien	1	27,0	14,1	36,2	28,4	40,8	298
	4	27,6	15,9	32,2	25,2	40,0	227
Im Gewächshaus	1	24,7	27,7	32,6	35,2	25,6	245
	4	23,3	26,8	28,6	33,0	23,6	184

Wir finden auch bei denselben Sorten, die aus dem Feldbestande (Tab. 20a) stammen, einen geringeren Blattanteil bei den Xerophyten. Diese Versuche waren zuchtgartenmäßig angelegt. (Aussaat mit Dibbelwalze, handgelegt 20 : 5 cm.) Um Lagerschäden besonders der nicht lagerfesten Sorten 1 und 2 zu vermeiden, wurden die Parzellen nach dem Schossen mit Schnüren umspannt. Den höchsten Blattanteil besitzen Probsteier und Friedrichswerther Berg, dann folgten Kirsches und Pflugs Früh und zuletzt v. Kalbens Vienauer.

Im Gefäßversuch 4 (Tab. 20a) kommt eine Reduktion der Blattmasse im Verhältnis zum Gesamtgewicht, wie wir sie nach den bisherigen Erfahrungen erwarten sollten, nur bei Gegenüberstellung von Blattfrisch- zu Gesamtfrischgewicht zum Ausdruck. Bei Verwendung

der Trockengewichte ergibt sich sogar eine Zunahme des Blattanteils im Gewächshaus, was darauf schließen läßt, daß die Ausbildung der Blätter im Verhältnis zur Gesamtmasse weniger gelitten hat. Die einzelnen Sorten sowohl als auch die verschiedenen Versuchsreihen lassen sich kaum an Hand der während der Vegetationszeit gewonnenen Größen miteinander vergleichen. So tritt z. B. die sicherlich geringere Gesamtflächenentwicklung der Sorte 1 bei einer Gegenüberstellung mit dem Frischgewicht überhaupt nicht zu Tage, da ganz verschiedene Ausschnitte aus der Gesamtentwicklung der Sorten und Versuchsreihen miteinander verglichen werden. Ebenso muß sich am 17. 6. ein hoher Blattflächenanteil im Gewächshaus ergeben, da das Frischgewicht seinem Ausreifungszustand entsprechend niedriger ist.

Einen recht guten Einblick in die physiologische Leistungsfähigkeit der Blattmasse gestattet uns die Darstellung der Kornerträge in Prozenten der assimilierenden Blattfläche bezw. des Blattgewichtes. Hierbei scheint aus allen Versuchen eindeutig hervorzugehen, daß das leistungsfähigste Blattsystem die Xerophyten besitzen. Bei geringerer Bodenfeuchtigkeit scheint die spezifische Assimilationsmenge pro Einheit Blattfläche noch größer zu sein als bei „feucht". Wir finden einen ähnlichen Hinweis bei Rippel (97) im Anschluß an seine Untersuchungen des Assimilationsparenchyms bei Trockenpflanzen. Ebenso nimmt Zalensky (70) eine dichtere Anhäufung der Chloroplasten bei xeromorpher Struktur an, was eine verstärkte Absorption der Sonnenenergie je Flächeneinheit zur Folge haben muß. Auch nach 1- und 2-maligem Welken scheint die assimilatorische Leistungsfähigkeit keineswegs abgenommen zu haben. Es ist sogar nach „1 mal gewelkt" der assimilatorische Effekt noch höher als bei „feucht", ein Ergebnis, das mit den Beobachtungen von Tumanow übereinstimmen würde. Die Ergebnisse im Gefäßversuch 4 können hier für eine Untersuchung der Produktionsfähigkeit der Blätter unter verschiedenen ökologischen Verhältnissen nicht herangezogen werden, da ja im Gewächshaus mit Änderung der klimatischen Verhältnisse auch die Belichtung stark verändert wurde. Die geringere Assimilationsenergie im Glashaus ergibt sich daher deutlich aus den betreffenden Zahlen.

Zusammenfassend stellen wir fest:

Sorten mit geringerer Blattzahl besitzen eine geringere Oberflächenausdehnung. Am geringsten ist diese

bei von Kalbens Vienauer. Bei Pflugs Frühhafer scheint die geringere Oberflächenentwicklung des Einzelhalmes durch größere Halmzahl wieder ausgeglichen zu werden; jedoch bleibt der Blattanteil auch noch deutlich hinter den Sorten 4 und 5 zurück. Die Assimilationsleistung je Einheit Blattfläche bezw. Blattgewicht ist bei den Xerophyten größer.

c) Die anatomischen Merkmale.

Bei der Beurteilung der Dürreresistenz unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen hat die Untersuchung anatomischer Merkmale in den letzten Jahrzehnten eine besondere Rolle gespielt. In erster Linie widmete man sich dem Studium der Spaltöffnungen, da man hieraus eine physiologische Deutung der Transpirationshöhe erhoffte. Kolkunows (60) „Gesetz des anatomischen Koëffizienten" wonach die Spaltöffnungsgröße ein vorzügliches Auslesemoment bei der Züchtung dürreresistenter Sorten darstellen soll, berechtigte zunächst zu großen Hoffnungen für die Sortenzüchtung. Kolkunow (43 u. 43a) fand nämlich, daß mit zunehmender Kontinentalität des russischen Klimas die Zellgröße der im Anbau befindlichen Weizensorten abnehme. Als Maß der Zellgröße benutzte er die Spaltöffnungslänge und die Zahl der Stomata je Flächeneinheit. Entsprechend den damals noch herrschenden Anschauungen über die Transpiration als Merkmal der Dürreresistenz glaubte Kolkunow den Sorten mit geringerer Spaltöffnungsgröße und hoher Spaltöffnungszahl je Flächeneinheit eine geringere Transpirationsgröße zuschreiben zu können. An Hand dieser Ergebnisse hielt er die Frage der Züchtung von dürrewiderstandsfähigen Sorten theoretisch für gelöst. Die Nachprüfungen dieses „Gesetzes von den anatomischen Koëffizienten", an die man von verschiedenen Seiten heranging (Vavilow und Jakuschkin [133], Heuser [43—44], Christiansen-Weniger [27], Kaiser [54], Scheibe [105] u. a.) ergaben aber, daß eine Beziehung zwischen Spaltöffnungsgröße und Wasserhaushalt nicht immer besteht.[1]) Dieses Ergebnis deckt sich auch mit den neueren An-

[1]) Ich glaube auf eine eingehende Darstellung der verschiedenen Arbeiten verzichten zu können, da eine gute Übersicht erst kürzlich in den schon erwähnten Untersuchungen von Arland gegeben wurde. Es sollen hier nur einige besondere Probleme aus dem gesamten Fragenkomplex behandelt werden.

schauungen der Botaniker, wie sie Stocker (122) dahingehend charakterisiert: „ein Zusammenhang zwischen Transpirationsgröße und Blattbau besteht also unzweifelhaft, aber infolge des In- und Gegeneinanderwirkens sehr vieler und vorläufig schwer oder garnicht übersehbarer Einflüsse sind wir noch weit davon entfernt, in jedem Einzelfall rein spekulativ aus dem Blattbau Rückschlüsse auf die Transpiration machen zu können" (S. 21). Es hängt eben der Wasserhaushalt von ganz anderen Faktoren ab, als nur von den Spaltöffnungen allein. In einigen extremen Fällen, z. B bei einem Vergleich von verwandten Arten, mag uns die Zahl und Größe der Stomata bereits wertvolle Hinweise geben können. (Vgl. Kaisers [54] Untersuchungen über Gerste und Hafer.) Für die physiologische Sortendiagnostik reichten diese anatomischen Merkmale nicht aus, zumal dieselben uns als zweidimensionale Größen über die physiologische Bedeutung der Zellgröße noch nichts aussagen. Denn die Lebensäußerungen der Zelle sind an die Raumgröße bezw. das Zusammenwirken der begrenzenden Oberflächen gebunden. Weitere Schwierigkeiten bei der Auswertung solcher Untersuchungen entstehen noch durch die große Modifizierarbeit dieser Merkmale. Temperatur, Licht, Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und der Luft beeinflussen in verschiedener Weise die Zellgröße, so daß die Beurteilung darüber, was man als normal oder modifiziert betrachten soll, oft sehr schwierig ist.

Abgesehen von diesen physiologisch grundlegenden Fragen scheint noch nicht einmal die physikalische Seite des Problems der Transpiration in Beziehung zum Blattbau restlos geklärt zu sein. Während wir aus den verschiedenen Untersuchungen (besonders russischen) die Schlußfolgerung ziehen müssen, daß „xerophilere Formen sich in quantitativer Hinsicht durch eine dichtere Blattnervatur, größere Zahl von Spaltöffnungen, kleinere Epidermiszellen und eine im allgemeinen größere Transpiration pro Flächeneinheit auszeichnen"[1]) (Walter [136, S. 60]) glaubt neuerdings Seybold (117) für die Theorie Schimpers der „eingeschränkten Xerophytentranspiration" eintreten zu müssen. „Kurzum, xeromorphe Strukturen bedingen eine Verzögerung der Transpiration, d. h. aber, daß die absolute, oberflächenrelative Transpiration bei den Xerophyten geringer ist" (S. 177).

[1]) Von mir gesperrt geschrieben.

Wir wollen der Beantwortung und Lösung dieser noch schwebenden Fragen nicht vorgreifen, da hierüber — sofern das Problem überhaupt generell für alle pflanzlichen Systeme lösbar ist — wohl die reine Botanik das letzte Wort sprechen wird. Die verschiedenen in der agrikulturbotanischen Literatur vorliegenden Angaben lassen allerdings mehr eine Deutung zugunsten einer uneingeschränkten Xerophytentranspiration zu. Auch unsere Sortenxerophyten zeigen unter normalen Verhältnissen eine stärkere Flächentranspiration. Bedeutend wichtiger für unsere landwirtschaftlichen Aufgaben erscheint mir aber die Kennzeichnung der Xerophytenstruktur in Beziehung zur Assimilation. Wir sahen bereits, daß Sortenxerophyten ein leistungsfähigeres Blattsystem besitzen. Diese Tatsache wird noch bedeutungsvoller, wenn wir im nächsten Abschnitt feststellen, daß die relativ höhere organische Massenproduktion der Xerophyten sogar in einer kürzeren Zeit erreicht wird. Hier müssen Besonderheiten unserer Xerophyten vorliegen, deren Erforschung man noch nicht genügende Beachtung geschenkt hat.

Walter (136) zeigt in seiner quantitatven Betrachtung des Wasserhaushalts besonders an Hand der Untersuchungen von Knight, daß die Transpirationsregulierungen durch die Spaltöffnungen nur eine geringe Bedeutung für die Höhe der Transpirationsgröße besitzen. Viel mehr als auf die Wasserverhältnisse in der Pflanze reagieren die Schließzellen auf die Belichtung. Trotz abnehmenden Wassergehalts und beginnenden Welkens können bei günstigen Lichtverhältnissen die Spalten geöffnet sein. Aus diesen Tatsachen geht hervor, daß die Pflanze in erster Linie bestrebt ist, ihre Assimilation aufrecht zu erhalten, auch wenn sie die Möglichkeit zu assimilieren mit einer mehr oder weniger starken Wasserabgabe erkaufen muß. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch Huber (47). Erst wenn die Pflanze bei beginnendem Welken die Grenze ihrer osmotischen Leistungsfähigkeit erreicht hat, wird sie zum Mittel der Transpirationseinschränkung greifen, da hierdurch eine weitere Wasserabnahme verlangsamt werden kann. Auf Grund der Untersuchungen von Brilliant (20) ergibt sich nach der Auswertung von Walter[1]) bei einem Wasserdefizit

[1]) Walter hat die CO_2-Aufnahme statt auf Frischgewicht wie Brilliant auf das Trockengewicht bezogen.

bis 25% kaum eine Assimilationshemmung. Erst bei einem De fizit von 30—40% beginnt die Assimilation stark zu sinke Unter gleichen, die Wasseraufnahme erschwerenden Bedingunge wird also von 2 systematisch nahe verwandten Pflanzen diejenig mit höherer osmotischer Leistungsfähigkeit länger und intensive assimilieren. Und gerade diese Fähigkeit der Xerophyten, a trockenen Standorten längere Zeit ihre normale Durchlüftung auf recht erhalten zu können, hält zum Beispiel Huber für wichtige als das Vermögen, unter sehr ungünstigen Bedingungen die Tran spiration stark einzuschränken.

Wie verhalten sich nun die Blätter nichtdürreresistente Pflanzen hinsichtlich ihrer photosyntetischen Tätigkeit nach den Welken? Iljin (50 u. 51) konnte beobachten, daß eine Reihe de Schließzellen ihre alte Regulierfähigkeit nicht wieder erhalten Die Zahl toter Stomata belief sich bei vicia faba auf etwa 64% „Die Assimilation der CO_2 durch Blätter bei denen die Hälft oder noch mehr Spaltöffnungen außer Tätigkeit gesetzt ist, wird bedeutend abnehmen; es wird damit zugleich die Anhäufung de organischen Substanz, der Zuwachs und die ganze Entwicklung der Pflanze beeinträchtigt" (S. 673). Als Ursache der mangelnde Regulierfähigkeit führt Iljin den Stärkezerfall an, wobei die Produkte dieses Zerfalls Substanzen sein können, welche die Pflanze nicht wieder zur Steigerung des osmotischen Wertes aus zunutzen vermag. So scheint die Feststellung Maximows (69 u 70) und seiner Schüler, daß die dürreresistenten Pflanzen andauerndes Welken längere Zeit ohne bedeutende Schädigung ertragen, in diesen Verhältnissen kausal begründet zu sein. Zu ähnlichen Endergebnissen kommt Tumanow (127) bei seinen Untersuchungen über den Einfluß des Welkens auf den Assimilationsprozeß. Wir vermögen hieraus bereits zu ermessen, welche ungeheure Bedeutung den osmotischen Verhältnissen in der Pflanze für den ungestörten Ablauf des Assimilationsprozesses beizumessen ist.

Wir können in unserer Untersuchung des Einflusses anatomischer Besonderheiten auf den Assimilationsprozeß noch weiter gehen. Huber (47) stellte fest, daß im allgemeinen eine geringere Oberflächenentwicklung durch bessere Durchlüftungseinrichtungen wettgemacht wird und daß gerade für Pflanzen mit kurzer Vegetationsperiode die optimale Durchlüftung die wichtigste

Voraussetzung für die Ausnutzung des Lichtes bedeutet. Wir können diese Verhältnisse mutatis mutandis auch auf unsere Kulturpflanzen übertragen.

Wir fanden bei unseren Sortenxerophyten in Übereinstimmung mit sortenkundlichen Untersuchungen anderer Forscher eine geringere Oberflächenausdehnung; ebenso besitzen sie, wie wir bald sehen werden, eine kürzere Wachstumsdauer. Wir können also auch auf eine infolge besserer Durchlüftung höhere Assimilationsintensität dieser Sortengruppe schließen. Besonders in solchen Fällen, wo keine wesentlichen Unterschiede in der Massenproduktion zwischen Xero- und Hygrophyten[1]) vorhanden sind, wird dieser Schluß berechtigt sein. Besitzen wir nun irgend eine meßbare Größe, welche uns gewisse Handhaben für die Beurteilung der Durchlüftungseinrichtung gibt? Am sichersten geht man mit Hilfe des Experiments vor, indem man die in der Photosynthese zerlegte Kohlensäure zu ermitteln sucht. Jedoch stellten sich dieser Art der Untersuchung bisher bedeutende methodische Schwierigkeiten entgegen. Neuerdings berichtet T. A. Krasnoselsky-Maximow (61) über eine brauchbare Methode zur Bestimmung der Assimilation; wir hoffen daher, diesen bislang in der Sortenkunde noch wenig behandelten Fragen demnächst experimentell näher treten zu können. Als Orientierung scheint aber schon die gesamte Porenlänge je Einheit Blattfläche (Produkt aus Spaltöffnungszahl je Flächeneinheit und Spaltöffnungslänge) brauchbare Dienste zu leisten.[2]) Ich habe

[1]) Leider wird die oberste Grenze der Ertragsfähigkeit bei den Sortenxerophyten im landwirtschaftlichen Feldversuchswesen nie einwandfrei ermittelt werden können, weil dieser Sortengruppe die schätzenswerte Eigenschaft der Standfestigkeit meist fehlt. (Vgl. auch Opitz und Rathsack [87].) Daß die Untersuchungen oft ein ganz anderes Bild ergeben können, wenn man durch besondere Maßnahmen das Lagern der Xerophyten verhindert, zeigen die früher in Tabelle 20a aufgeführten Ergebnisse der Sortenfeldversuche. Auch der Sortenversuch in Gefäßen lehrt zur Genüge, daß hinsichtlich der Massenproduktion die Xerophyten durchaus nicht immer den Hygrophyten unterlegen sind.

[2]) Die Verwendung der Porenlänge als eindimensionale Größe ist wohl gerechtfertigt, da ja nach dem Gesetz von Brown und Escombe (21) die Diffussion der Gase durch feindurchlöcherte Membrane proportional dem Durchmesser der Löcher nicht aber der Fläche der letzteren ist. Die Kohlensäurezersetzung wird also, wie auch Kolkunow (60) annimmt, proportional der Porenlänge sein, vor allem dann, wenn es sich um ruhig oder mäßig bewegte Luft handelt. Bei bewegter Luft wird die Beurteilung außerordentlich schwierig, da sich dann nicht nur das Verhältnis zwischen Kohlensäure und Verdunstung ändert, sondern auch, wie Gradmann (36), gezeigt hat, wichtige Baueigentümlichkeiten der Spaltöffnungen eine Rolle spielen.

im folgenden einige Ergebnisse aus der Literatur daraufhin untersucht. Besonders wertvoll mußten Untersuchungen mit einer großen Anzahl von Sorten sein, wie z. B. diejenigen von Gieren (35) und Boekholt (15). Ich habe die gesamte Porenlänge je Einheit Blattfläche in Tabelle 21 aufgeführt. Die einzelnen Sorten sind von den Verfassern nach ihrem Xerophytismus geordnet; wir erkennen deutlich die in gleicher Richtung ansteigende Gesamtporenlänge. Auch bei den Untersuchungen von Heuser (44) und Scheibe (105) kommt diese Erscheinung zum Ausdruck (Tab. 22).

Tabelle 21.

Produkt aus Spaltungsöffnungszahl und Spaltöffnungsgröße in mm						
Gieren			Boekholt			
Hafersorten	unteres Blatt	oberes Blatt	Sommergerstensorten	unteres Blatt	oberes Blatt	
Strubes Schlanstedter	2,12	2,52	Mettes Hanna	2,50	2,99	
Heines Ertragsreichster	2,05	2,61	Heines Goldthorpe	2,41	3,09	
Sperlings Sinslebener	2,26	2,61	Svalöfs Chevallier	2,39	2,94	
Friedrichsw. Berg	2,05	2,64	Richardsons Chevallier	2,45	2,98	
Beseler II.	2,32	2,62	Stadlers Ratisbona	2,48	2,92	
Dippes Überwinder	1,98	2,67	Dregers Imperial	2,46	2,92	
Lüneburger Kley	2,36	2,76	Svalöfs Primus	2,40	2,92	
Svalöfs Siegesh.	2,31	2,56	Fruwirths Goldthorpe	2,48	2,98	
Beseler III.	2,31	3,12	Heines Hanna	2,69	3,04	
Milton	2,18	2,63	Ackermanns Bavaria	2,54	3,04	
Wirchenblatter XVI.	2,19	2,71	Bensings Imperial	2,46	3,10	
Jägers Duppauer	2,18	2,74	Zeiners Franken	2,57	3,08	
Wirchenblatter III.	2,12	2,72	Strengs Franken	2,45	2,98	
Kirsches Gelb	2,31	2,79	Pflugs Intensiv	2,82	3,07	
v. Kalbens Vienauer	2,32	2,80	Bethges II.	2,84	3,27	
Leutewitzer Gelb	2,40	2,80	Mahndorfer Hanna	2,86	3,11	
Svalöfs Goldregen	2,30	2,72	Ackermanns Danubia	2,91	3,08	
Sechsämter	2,22	2,71	Rimpaus Hanna	2,89	3,09	
Fichtelgebirgs	2,19	2,70	Pflugs Extensiv	2,91	3,16	
Svalöfs Ligowo	2,29	2,73	Ackermanns Isaria	3,10	3,18	
Petkuser Gelb	2,34	2,78				
Baltersbacher Früh	2,32	2,82				
Hörnings Gelb	2,39	2,76				

Zunehmender Xerophytismus.

Tabelle 22.

Scheibe	Gesamtporenlänge in mm
Altai, sibir. Sommerweizen	837
Ubier Niederarnbacher	822
Janetzkis früher Sommerweizen	800
Strubes roter Schlanstedter	788

Heuser	%	Gesamtporenlänge in mm Oberseite	Unterseite
Xerophyt: Strubes schles. Grannenweizen, Bodenfeuchtigkeit (in % der W.K.)	30	4,19	2,99
	50	3,98	3,07
	70	3,92	3,20
Hygrophyt: Kraffts Bordeaux	30	3,99	2,85
	50	3,25	2,36
	70	3,41	2,55

Es sprechen die Zahlen außerdem für eine bessere Durchlüftung der oberen Blätter, bezw. der Blattoberseite. Wenn wir gleichzeitig berücksichtigen, daß die oberen Blätter eine kleinere Zellgröße mit einer größeren Anzahl wandständig an den Mesophylzellen sitzenden Chlorophyllkörnern besitzen, dann gewinnt die auch schon von verschiedenen Forschern beobachtete höhere Assimilationsintensität der oberen Blattlagen dadurch an Wahrscheinlichkeit.

Das in folgendem dargelegte eigene Material erstreckt sich in erster Linie auf Untersuchungen im ersten Vegetationsjahr; es soll vorwiegend über das Verhalten der Spaltöffnungsgröße und -zahl bei verschiedener Bodenfeuchtigkeit orientieren. Ferner erhofften wir von einer Untersuchung der jungen Keimblätter, die wir weniger stark modifiziert glaubten, eine Annäherung an Kolkunows „anatomischen Koëffizienten“ (Tabelle 23 u. 24).

Leider erfüllte sich diese Hoffnung nicht und wir mußten auch bei den jungen Keimpflänzchen bereits eine weitgehende Modifizierbarkeit feststellen.

Das Material der Untersuchung in Tabelle 23b wurde in Neubauerschalen mit Ziegelgrus bei einer Feuchtigkeit von 60% der Wasserkapazität gezogen. Nach erfolgtem Aufgange wurden ihnen einige Kubikmeter Knopscher Nährlösung zugefügt. Um die äußeren Bedingungen zu variieren, setzten wir einmal einem Teil der Gefäße Zuckerlösung zu, zum anderen ließen wir eine Versuchsreihe unter großen Glasglocken zur Erzielung einer hohen Luftfeuchtigkeit wachsen. Jede Versuchsreihe war 6mal wiederholt. Das in Tabelle 23a

Tabelle 23 a.

Anatomische Messungen der Spaltöffnungszahl und -größe am Keimblatt.

	Blattunterseite				Blattoberseite			
	Zahl je 1 qmm		Größe in μ		Zahl je 1 qmm		Größe in μ	
	M	m	M	m	M	m	M	m
1	26,7	0,152	71,6	0,95	34,2	0,59	67,6	0,34
2	29,5	0,331	68,5	0,96	37,0	0,66	61,5	0,36
3	24,3	0,250	67,6	0,63	32,5	0,46	64,0	0,24
4	26,8	0,314	67,0	0,83	32,2	0,79	61,1	0,28
5	28,2	0,264	69,6	0,63	37,2	0,73	59,8	0,35

Tabelle 23 b.

Spaltöffnungszahl und -größe am Keimblatt von Pflänzchen, die in Neubauerschalen mit Ziegelgrusfüllung herangezogen wurden.

		Pflugs Frühhafer				Probsteier Hafer			
		Zahl je 1 qmm		Größe in μ		Zahl je 1 qmm		Größe in μ	
		M	m	M	m	M	m	M	m
frei	gew. Nährlösung .	17,9	0,25	73,1	0,65	19,9	0,21	59,9	0,62
frei	Nährlösung + Zuckerzusatz .	16,7	0,36	70,5	0,97	18,6	0,21	56,0	0,62
unter Glasglocke	gew. Nährlösung .	16,5	0,25	78,2	0,79	17,2	0,21	51,7	0,62
unter Glasglocke	Nährlösung + Zuckerzusatz .	17,1	0,25	73,0	0,81	17,9	0,19	54,1	0,60

aufgeführte Material wurde in gewöhnlichen Vegetationsgefäßen mit Erdfüllung gezogen und 10 Tage nach Aufgang untersucht. Zur Untersuchung dienten hier wie auch in den anderen Untersuchungen 10—15 Blätter je Sorte. Die Aufbewahrung erfolgte in Äthylalkohol von abgestuften Konzentrationen.[1]) Die Epidermispräparate wurden mit Hilfe der bekannten Schabmethode hergestellt; die so erzielten Präparate hatten in den meisten Fällen die volle Breite der Blätter. Es wurde stets die Blattmitte untersucht und zwar die zu beiden Seiten vom Hauptnerv liegenden Spaltöffnungen. Die Mittelwerte sind aus 30—40 Einzelwerten errechnet. Zur Berechnung des mittleren Fehlers (m) des Mittels diente die bekannte Formel Johannsens (53).

[1]) Es sei in diesem Zusammenhange übrigens bemerkt, daß wir durch Voruntersuchungen keine Schrumpfungserscheinungen durch Aufbewahrung in Alkohol gegenüber der Bearbeitung frischen Materials beobachteten. Auf die Wiedergabe des diesbezüglichen Zahlenmaterials soll hier jedoch verzichtet werden.

Im 2. Versuchsjahr wurden nur Stichproben bei einigen Versuchsreihen genommen. Insbesondere interessierte uns die Frage, ob durch die Welkung die anatomische Struktur des Blattes geändert wurde (Tab. 24). Die Zahlen lassen keine wesentliche Veränderung durch Welken erkennen. Ich führe das darauf zurück, daß die Blattstruktur bereits angelegt war, ehe die Durstperioden begannen und daß nach erfolgter Wasserzufuhr etwaige durch Welken hervorgerufene Strukturveränderungen wieder verloren gegangen sind. Ein Unterschied in der Zellstruktur ergibt sich einwandfrei bei einem Vergleich von „feucht" und „trocken" und es stimmt dieser Befund mit den Untersuchungen von Heuser (44), Rippel (97), Maximow (70), Döpke (29) u. a. überein. Aber in quantitativer Hinsicht lassen diese Zahlen keine Auswertung im Sinne Kolkunows zu. Die Gesamtporenlänge je Quadratzentimeter ist auch in unseren Untersuchungen bei den Sortenxerophyten größer.

Zur Beurteilung des Wasserhaushaltes auf Grund morphologischer und anatomischer Baueigentümlichkeiten gehört noch die Bewertung des Wasserleitungssystems. Leider liegen für unsere landwirtschaftlichen Kulturpflanzen noch wenig Untersuchungen vor. Wohl wissen wir aus den Arbeiten von Sorauer (120), Heuser (43), Rippel (97) u. a., daß mit zunehmender Bodentrockenheit eine Verdichtung der Blattnervatur und des Gefäßbündelsystems eintritt. Es scheint, wie auch Sorauer schon berichtet, eine bestimmte Beziehung zwischen Zell- und Gefäßbündelreichtum zu bestehen, indem nämlich „jedes Gefäßbündel eine bestimmte Anzahl Zellen zu ernähren hat". Aber leider besitzen wir noch keinerlei Angaben über die Größe der Leitflächen und des Leitungswiderstandes, von denen die Leistungsfähigkeit des Leitungssystems abhängt. Auch die Untersuchungen von Boekholt (15) und Gieren (35), die an einer Reihe von ökologisch differenzierten Sorten die Gefäßbündeldichte ermitteln, sind für eine richtige Bewertung des Wasserleitungssystems wenig geeignet. Es genügt nicht zu wissen, daß die Sortenxerophyten eine höhere Gefäßbündeldichte besitzen. Wir brauchen zur Beurteilung der Wasserleitung Angaben über Größe der Leitflächen bezw. Widerstände der Leitbahnen im Innern der Pflanze. Da in der Agrikulturbotanik noch so gut wie garnichts darüber vorliegt, sind wir auf die Literatur der reinen Botanik, insbesondere der physiologischen

Tabelle 24.

	Sorte	1928																		1929					
		Blattunterseite									Blattoberseite									Blattunterseite					
		dritt-oberstes			zweit-oberstes			oberstes Blatt			dritt-oberstes			zweit-oberstes			oberstes Blatt			dritt-oberstes			zweit-oberstes		
		I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
feucht	1	34,6	67,4	2,33	39,2	62,1	2,44	44,5	60,5	2,69	42,2	63,1	2,66	45,7	57,6	2,64	51,2	59,1	3,02	33,0	64,0	2,11	40,0	63,6	2,55
		0,66	0,43		0,66	0,49		0,65	0,63		0,62	0,56		0,72	0,41		0,65	0,59							
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,2	68,6	2,00	36,4	63,4	2,33
	3	32,1	62,5	2,01	35,7	64,0	2,28	39,2	60,8	2,38	41,6	60,5	2,52	41,4	61,0	2,54	48,6	56,5	2,74	29,6	64,0	1,89	35,7	56,5	2,01
		0,41	0,43		0,51	0,48		0,62	0,46		0,67	0,35		0,70	0,48		0,54	0,46							
	4	31,7	68,6	2,18	41,0	58,1	2,38	48,0	58,0	2,78	36,8	52,4	1,93	43,3	61,1	2,64	54,5	54,5	2,97	32,2	64,4	2,07	39,2	56,7	2,22
		0,60	0,47		0,71	0,16		0,70	0,46		0,64	0,41		0,58	0,43		0,54	0,54							
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,6	63,6	1,88	25,8	58,7	2,28
trocken	1	38,2	61,0	2,33	42,9	62,1	2,66	39,5	61,1	2,41	39,2	57,0	2,23	43,6	56,9	2,48	51,0	59,6	3,04						
		0,66	0,65		0,63	0,46		0,73	0,52		0,57	0,48		0,68	0,43		0,57	0,59		—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	32,8	61,0	2,00	34,8	58,6	2,03	40,4	55,8	2,25	43,4	51,5	2,23	44,8	54,5	2,44	49,7	51,7	2,57						
		0,62	0,43		0,50	0,47		0,59	0,43		0,64	0,37		0,54	0,47		0,55	0,48		—	—	—	—	—	—
	4	34,7	57,9	2,01	33,7	58,4	1,98	37,2	61,1	2,29	41,5	54,5	2,26	45,8	55,5	2,54	45,6	54,0	2,46						
		0,65	0,50		0,59	0,46		0,60	0,46		0,67	0,45		0,59	0,52		0,48	0,49		—	—	—	—	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2×gewelkt	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31,3	63,6	1,99	36,0	63,6	2,28
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27,8	70,0	1,95	40,7	57,0	2,32
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28,4	64.6	1,83	33,9	53,8	1,82
	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,1	64,5	1,88	37,5	60,1	2,26
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30,0	66,0	1,98	35,2	64,0	2,26

I. = Zahl der Spalten je qmm. II. = Größe der Spaltöffnung in μ. III. = Produkt aus I. und II. in mm.

Anatomie angewiesen. Eine sehr eingehende Würdigung findet dies Problem der Wasserleitung in den schon öfter herangezogenen Arbeiten von Huber und Walter.

Ein Leitungssystem wird bei gleicher Leitbahnlänge umso leistungsfähiger sein, je größer der leitende Querschnitt und die spezifische Leitfähigkeit ist. Huber (47) hat eine Reihe vergleichender Messungen über die Querschnittsfläche der Leitbahnen an hygrophilen und xerophilen Pflanzen durchgeführt und diese Leitflächen relativ zur Oberfläche und zum Frischgewicht des untersuchten Pflanzenmaterials angegeben. Er findet bei den Xerophyten eine 3- bis 4mal größere relative Leitfläche als bei den Hygrophyten. Wir können also annehmen, daß bei Anpassung an erschwerte Wasserversorgung das Produkt relative Leitfläche mal Leitungswiderstand größer wird. Dieser Vergrößerung scheint bei den Xerophyten dadurch eine gewisse Grenze gezogen zu sein, daß die gefährdete Kohäsion oft enge Leitbahnen mit schlechtem Leitvermögen verlangt; es kann dieser Ausfall jedoch wieder durch größere relative Leitfläche ausgeglichen werden. Aus den Arbeiten von Rübel (104) ersehen wir, daß mit zunehmender Stammhöhe sowohl eine Zunahme der Leitfähigkeit als auch der Leitfläche erfolgt. Eine höhere Gefäßbündeldichte oberer Blattlagen stellten auch schon Rippel (97), Heuser (43), Gieren (35), Boekholt (15) u. a. fest. Auch zwischen Gefäßbündeldichte und Transpiration fand Scheibe (105) einen Zusammenhang in der Weise, daß Gefäßbündelreichtum mit stärkerer Transpiration verbunden ist. Wir besitzen aber noch keine Möglichkeit, festzustellen, ob bei den Xerophyten für die tatsächliche Wasserbewegung durch gleiche Strecken der Pflanze eine geringere Spannung nötig ist, und dadurch eine tatsächliche Erleichterung der Wasserversorgung erzielt wird. Hier liegt noch unbearbeitetes Neuland vor.

Die eigenen Untersuchungen erheben nicht den Anspruch darauf, wesentlich zur Klärung dieses Problems beigetragen zu haben. Sie sollen nur darauf hinweisen, daß bei den einzelnen Sorten in der Ausbildung des Gefäßbündelsystems im Blatt deutliche Unterschiede vorhanden sind, die sich wohl mit den Ergebnissen der Botaniker an anderen höheren Pflanzen in Einklang bringen lassen.

Zur Untersuchung der Gefäßbündelzahl dienten wiederum 10—15 Blätter. Es wurden die Blätter auf eine von unten mit Hilfe einer elektrischen Lampe

erleuchteten Glasplatte mit Millimetereinteilung aufgelegt. Sodann maßen wir mit Hilfe der Millimeterteilung die Breite des Blattes und zählten an dieser Stelle die Gefäßbündel aus. Im ersten Versuchsjahre wurde nur das Blatt an seiner breitesten Stelle gemessen und auf die Gefäßbündelzahl untersucht. Wir nahmen 1929 die Messungen sowohl im unteren als auch im oberen Blattdrittel vor. Bei der Auszählung der Gefäßbündel unterschieden wir zwischen Gefäßbündeln 1. und 2. Ordnung, wobei wir unter der ersten Gruppe den Mittelnerv und die mit bloßem Auge deutlich unterscheidbaren kräftigeren Gefäßbündelstränge verstehen. Gefäßbündel 2. Ordnung sind all die schwächeren parallel verlaufenden Nerven, welche mit der Lupe einwandfrei ausgezählt werden können. Als Gefäßbündeldichte ist die Anzahl der Gefäßbündel auf 1 cm Blattbreite verstanden.

Wir gehen zunächst von den Sortenmitteln der Gefäßbündeldichte aus. Die Gefäßbündeldichte steigt mit zunehmender Blatthöhe und ist durchweg höher bei größerer Bodentrockenheit. Durch das Welken hat sich die Gefäßbündeldichte, ähnlich wie die Stomatalänge und -zahl nicht geändert. Wie bei der linearlanzettlichen Form des Haferblattes mit seinem parallelen Verlauf der Gefäßbündel zu erwarten war, ist die Gefäßbündeldichte im oberen Blattdrittel höher. Interessant sind die Unterschiede im Anteil der Gefäßbündel erster Ordnung (in Prozent der Gesamtzahl) bei den einzelnen Versuchsserien. Mit einer einzigen Ausnahme besitzen die Blätter bei hoher Bodenfeuchtigkeit einen größeren Anteil an Gefäßbündeln erster Ordnung. Ferner besitzen die höheren Blätter einen geringeren Anteil an weiten Gefäßen. Es besteht also eine gewisse Gegensätzlichkeit zwischen hoher Gefäßbündeldichte und hohem Anteil an weiten Gefäßen. Einem Gefäßbündelsystem mit höherem Anteil an weiten Gefäßen kann man daher wohl eine geringere relative Leitfläche zuschreiben. Wenn wir von der Voraussetzung ausgehen, daß bei erschwerter Wasserversorgung und in höheren Blattlagen ein leistungsfähigeres Wasserleitungssystem ausgebildet wird, dann müssen wir annehmen, daß dies durch Ausbildung einer größeren relativen Leitfläche um den Preis einer geringeren Leitfähigkeit geschehen ist. Es scheint diese Anpassung vorwiegend der Aufrechterhaltung des Transpirationsstromes und der Kontinuität der Wasserfäden in den Gefäßen zu dienen, denn in den oberen Blättern wird infolge der erschwerten Wasserversorgung eine erhöhte Kohäsionsspannung und Adhäsion herrschen müssen.

Wie verhalten sich nun aber die einzelnen Sorten hinsichtlich Gefäßbündelreichtum und Anteil an weiten und engen

Tabelle 25.

Sorte		1928 Blattmitte: Gefäßbündeldichte				1928 Blattmitte: Anteil der Gefäßbündel 1. Ordnung in %			
		Viertoberstes	Drittoberstes	Zweitoberstes	Oberstes Blatt	Viertoberstes	Drittoberstes	Zweitoberstes	Oberstes Blatt
feucht	1	30,2	27,1	27,5	34,7	28,1	25,1	24,0	20,7
	2	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	27,7	25,4	27,6	27,0	22,4	27,1	24,7	20,0
	4	28,3	25,4	26,7	29,0	27,0	28,7	23,2	16,3
	5	—	—	—	—	—	—	—	—
		28,9	26,0	27,3	30,2	25,8	27,0	24,0	22,3
trocken	1	29,3	32,0	32,5	34,3	27,0	25,3	24,3	18,6
	2	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	29,3	28,5	27,9	30,3	21,8	25,6	22,9	15,5
	4	28,1	26,4	26,8	28,9	26,6	25,4	25,3	18,0
	5	—	—	—	—	—	—	—	—
		28,9	29,0	29,1	31,2	25,1	25,4	24,2	17,4
2 × gewelkt	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—

Sorte		1929 Unteres Blattdrittel: Gefäßbündeldichte			1929 Unteres Blattdrittel: Anteil der Gefäßbündel 1. Ordnung in %			1929 Oberes Blattdrittel: Gefäßbündeldichte			1929 Oberes Blattdrittel: Anteil der Gefäßbündel 1. Ordnung in %		
		Drittoberstes	Zweitoberstes	Oberstes Blatt	Drittoberstes	Zweitoberstes	Oberstes Blatt	Drittoberstes	Zweitoberstes	Oberstes Blatt	Drittoberstes	Zweitoberstes	Oberstes Blatt
feucht	1	25,2	26,0	30,0	31,2	30,2	27,0	35,5	31,7	36,4	20,6	24,0	22,9
	2	25,8	24,0	26,9	24,0	28,6	25,7	29,1	30,5	31,7	18,6	18,1	18,6
	3	24,6	24,1	28,4	22,5	23,5	25,0	28,0	29,0	31,9	19,4	20,0	21,2
	4	23,8	23,4	27,2	30,2	24,0	19,7	30,9	29,6	34,1	21,2	21,7	18,3
	5	25,2	25,6	28,1	29,0	22,3	20,4	32,1	32,5	34,3	19,6	18,5	15,8
		24,5	24,6	28,1	27,4	25,7	23,6	31,1	30,7	33,7	19,9	20,5	19,4
trocken	1	25,7	25,3	30,7	31,5	30,6	23,6	30,7	31,1	34,5	21,0	24,1	23,7
	2	24,8	24,7	29,5	22,9	27,4	23,4	29,7	29,7	31,4	17,5	19,1	15,9
	3	25,3	24,7	31,8	26,1	26,3	18,6	30,7	28,4	32,2	18,1	21,1	15,7
	4	24,2	26,4	27,4	25,8	23,4	23,9	29,5	30,1	31,0	20,0	18,0	19,8
	5	26,1	25,1	28,8	25,3	25,0	22,2	30,6	32,0	33,3	17,1	19,6	19,5
		25,2	25,0	29,6	26,3	26,5	22,3	30,2	30,3	32,3	18,7	20,4	18,9
2 × gewelkt	1	24,8	27,2	29,9	29,6	29,7	26,3	32,6	32,6	36,1	23,8	24,2	21,5
	2	23,0	22,9	25,9	26,7	26,1	22,2	27,4	30,8	29,8	21,1	19,7	16,0
	3	24,6	22,1	26,8	25,2	28,6	24,6	28,0	27,1	30,4	18,1	23,2	17,7
	4	23,9	25,6	28,1	28,6	23,7	22,5	32,0	29,5	32,0	17,7	20,4	20,0
	5	25,3	24,7	29,2	25,6	22,4	22,6	32,6	31,0	34,1	18,3	16,5	16,0
		24,7	24,5	28,0	27,1	26,1	23,6	30,5	30,2	32,5	19,8	20,8	18,2

Noch: **Tabelle 25a.**

Sorte	Anzahl der über dem Sortenmittel liegenden Einzelwerte in %			
	Gefäßbündeldichte		Anteil der Gefäßbündel 1. Ordnung	
	1928	1929	1928	1929
1 . . .	100	100	62,5	100
2 . . .	—	16,7	—	29,5
3 . . .	25	27,8	37,5	33,5
4 . . .	0	27,8	62,5	44,5
5 . . .	—	82,5	—	11,1

Gefäßen? Um die Übersicht zu erleichtern, habe ich in Tabelle 25a für jede Sorte die Anzahl der über dem Sortenmittel liegenden Einzelwerte in Prozenten aufgeführt. Hiernach liegen sämtliche Werte für die Gefäßbündeldichte der Sorte 1 über dem Durchschnitt, es folgt dann Sorte 5, 3, 4 und 2. Ebenso steht Pflugs Früh in bezug auf größeren Anteil an weiten Gefäßen an erster Stelle, es folgt dann Probsteier. Den geringsten Anteil besitzt dann Friedrichswerther Berg. Bei Pflugs Frühhafer scheint der hohe Anteil an weiten Gefäßen wieder durch die größere Gefäßbündeldichte ausgeglichen zu werden. Hohe innere Widerstände haben wir sicherlich bei Friedrichswerther Berg zu erwarten. Auch beim Probsteier Hafer kann das Leitungssystem nicht vollkommen sein, denn diese Sorte besitzt eine geringere Gefäßbündeldichte mit einem größeren Anteil weiter Gefäße oder mit anderen Worten eine geringere relative Leitfläche. Ganz besondere Verhältnisse scheinen bei v. Kalbens Vienauer vorzuliegen; hier ist Gefäßbündelarmut mit geringerem Anteil an Gefäßbündeln erster Ordnung kombiniert.

Diese Befunde sind naturgemäß nur als ein erster Tastversuch aufzufassen, die Leistungsfähigkeit des Wasserleitungssystems für sortendiagnostische Zwecke quantitativ zu erfassen. Ich bin mir wohl bewußt, daß man mit einer solch groben Untersuchungsweise wie bei obigem Material nicht zum Ziele kommen wird. Die Beispiele zeigen aber genügend, daß für die Analyse der am Wasserhaushalt beteiligten Faktoren der Wasserleitung mehr als bislang Beachtung geschenkt werden muß.

d) Der Entwicklungsrhythmus und Besonderheiten bei der Anhäufung der Trockensubstanz als Xerophytenmerkmale.

Wir können diesen Teil der Arbeit, der sich vorwiegend mit der Bestimmung der Wirkungen befaßt, nicht abschließen, ohne auf die Entwicklungsvorgänge bei den Sorten des näheren eingegangen zu sein. Bereits bei Behandlung der Wurzel- und Blatteigenschaften ergab sich des öfteren die Notwendigkeit, die dynamischen Vorgänge in den Pflanzen zur Deutung der Ergebnisse mit heranzuziehen.

Die Tatsache, daß sich unsere Kulturpflanzensorten in den einzelnen Vegetationsphasen hinsichtlich ihres Wachstums ganz verschieden verhalten, ist hinreichend bekannt. Es liegen eine Reihe Angaben darüber vor, die den Entwicklungsverlauf in bestimmte Beziehung zu den Wasseransprüchen unserer Kulturarten und -sorten sowie deren Ertragsfähigkeit bringen. Wenig übereinstimmende Urteile findet man bei der Durchsicht der Literatur hinsichtlich der Bedeutung des Entwicklungsrhythmus für die Ertragshöhe. Während beispielsweise Beseler (12) den Standpunkt vertritt, daß bei Hafersorten nur diejenigen mit der längsten Vegetationsdauer hohe Erträge liefern können, kommt Heine (44) auf Grund von Anbauversuchen zu einem gerade entgegengesetzten Ergebnis. Ähnlich wie Heine äußert sich noch Schneider (109) bei seinen Untersuchungen von 88 Hafersorten, indem er sagt, daß großer Wurzelanteil, lange Vegetationsdauer und geringer Kornertrag Hand in Hand geht. Dahingegen herrscht hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen Entwicklungsverlauf und Wasseransprüchen allgemein die auf Empirie sich stützende Ansicht vor, daß Dürreresistenz mit schneller Entwicklung und kurzer Vegetationszeit gepaart sei (vgl. auch Schmidt [108a] und Heuser [44]). Ein Blick in die verschiedenen Sortenbeschreibungen, welche die Sorten nach ihren Ansprüchen einzuteilen suchen, überzeugt uns von dieser allgemein herrschenden Ansicht. Hierbei geht man davon aus, daß der Wasserbedarf der anspruchsvollen Sorten mit langer Vegetationszeit weniger auf der längeren Dauer des Wachstums und damit des Wasserverbrauchs beruht als darauf, daß „ihre Hauptentwicklung in die Monate fällt, in denen die äußeren Bedingungen der Transpiration einen größeren Wasserverbrauch be-

wirken“ (Heuser). Allen sich schnell entwickelnden Sommergetreidesorten schreibt man die Eigenschaft zu, daß sie die Winterfeuchtigkeit besser auszunutzen vermögen und in der Zeit, wo wir mit starker Verdunstungskraft der Atmosphäre und vorübergehenden Trockenperioden zu rechnen haben, kein so großes Wasserbedürfnis wie die spät sich entwickelnden Sorten mehr besitzen.

Wir wollen in folgendem einmal Sinn und Richtung funktioneller Anpassung an die verschiedenen Wasserverhältnisse im Entwicklungsgang unserer Versuchssorten untersuchen. Dabei gehen wir zunächst von der äußeren Seite des pflanzlichen Entwicklungsverlaufs aus, und bedienen uns zur oberflächlichen Orientierung der einzelnen phänologischen Daten.

Es sind in nebenstehender Tabelle nur die äußerlich eindeutig erkennbaren Vegetationsphasen dargestellt.[1]) Als Beginn des Rispenschiebens wurde der Zeitpunkt des Erscheinens der ersten Rispe einer Versuchsserie bezeichnet. Das Ende dieser Periode fällt durchweg mit der Blühperiode zusammen. Der Beginn der Reife setzt mit dem äußerlich auffallenden Gelbwerden der Rispen und Ährchen ein. Das Stadium der Schnittreife war nicht immer scharf zu erfassen; jedoch war Grundsatz, die Ernte dann vorzunehmen, wenn sämtliche Ährchen genügend ausgereift erschienen, was durch Befühlen der Ährchen festgestellt wurde.

Die Sorten 1, 2 und 3 sind als frühreif zu bezeichnen. Sie setzen mit dem Rispenschieben einige Tage früher ein als die Sorten 4 und 5, und beenden auch ihre Vegetation eher. Bei Versuchsreihe „feucht“ konnten deutliche Sortenunterschiede bei der Schnittreife nicht festgestellt werden. Besonders auffallend war in dieser Serie das späte Rispenschieben von Friedrichswerther Berg. Durch das Welken wird offenbar der Wachstumsverlauf beschleunigt. Am stärksten scheint in allen Serien Sorte 5 durch Welkung beeinflußt zu sein. Die 3. Durstperiode, welche in die Zeit vom 22. Juni bis 4. Juli fiel, ist offenbar in ihrer Wirkung auf den Vegetationsverlauf von entscheidender Bedeutung gewesen. Die ersten Welkeerscheinungen in dieser Durstperiode traten infolge der vom 24.—27. Juni kühlen und feuchten Witterung erst am

[1]) Ich bediene mich dabei der von Scheibe vorgeschlagenen Nomenklatur, welche einzelne Entwicklungsstufen und die sich anschließenden Entwicklungsperioden unterscheidet.

Tabelle 26.

Die phänologischen Beobachtungen.

Sorte			Beginn des Versuchs	Entwicklungsstufen: Rispenschieben Beginn	Entwicklungsstufen: Rispenschieben Ende	Entwicklungsstufen: Reife Beginn	Entwicklungsstufen: Reife Ende	Dauer der Perioden von: Beginn bis Rispenschieben	Dauer der Perioden von: Rispenschieben bis Ernte	Dauer der Perioden von: Gesamtvegetationsdauer
Gefäßversuch 2.										
Feucht		1	am 20. IV.	21. VI.	24. VI.	20. VII.	7. VIII.	62	47	109
		2		18. „	26. „	18. „	7. „	59	50	109
		3		20. „	26. „	20. „	7. „	61	48	109
		4		23. „	2. VII.	22. „	7. „	64	45	109
		5		26. „	3. „	23. „	7. „	67	42	109
Gewelkt	1 X	1		22. „	25. VI.	20. „	7. VIII.	63	46	109
		2		19. „	25. „	19. „	5. „	60	47	107
		3		20. „	25. „	20. „	5. „	61	46	107
		4		23. „	29. „	23. „	4. „	64	40	104
		5		23. „	30. „	23. „	5. „	64	43	107
	2 X	1		20. „	24. „	19. „	7. „	61	48	109
		2		19. „	25. „	18. „	4. „	60	46	106
		3		21. „	24. „	18. „	5. „	62	45	107
		4		23. „	28. „	19. „	5. „	64	43	107
		5		21. „	27. „	19. „	5. „	62	45	107
	3 X	1		20. „	24. „	15. „	26. VII.	61	36	97
		2		18. „	25. „	17. „	30. „	59	42	101
		3		20. „	25. „	18. „	2. VIII.	61	43	104
		4		23. „	30. VII.	19. „	30. VII.	64	37	101
		5		21. „	30. „	15. „	25. „	62	34	96
Trocken		1		20. „	24. VI.	16. „	1. VIII.	61	42	103
		2		16. „	22. „	16. „	27. VII.	57	41	98
		3		19. „	25. „	17. „	30. „	60	41	101
		4		20. „	26. „	19. „	3. VIII.	61	44	105
		5		21. „	26. „	20. „	3. „	62	43	105

Noch Tabelle 26.

	Sorte	Beginn des Versuchs	Entwicklungsstufen: Rispenschieben Beginn	Rispenschieben Ende	Reife Beginn	Reife Ende	Dauer der Perioden von: Beginn bis Rispenschieben	Rispenschieben bis Ernte	Gesamtvegetationsdauer
					Gefäßversuch 1.				
Leichter Sand	feucht 1	am 29. III.	25. VI.	—	20. VII.	1. VIII.	88	37	125
	feucht 3		25. „	—	20. „	27. VII.	88	32	120
	feucht 4		1. VII.	—	25. „	1. VIII.	88	31	125
	wechselnd 1		25. VI.	—	20. „	27. VII.	88	32	120
	wechselnd 3		24. „	—	20. „	27. „	87	33	120
	wechselnd 4		28. „	—	22. „	27. „	91	29	120
	wenig 1		18. „	—	14. „	24. „	81	36	117
	wenig 3		18. „	—	15. „	24. „	81	36	117
	wenig 4		24. „	—	19. „	24. „	87	30	117
schw. Lehm	feucht . .		24. „	—	20. „	28. „	87	34	121
	wechselnd		26. „	—	22. „	1. VIII.	89	36	125
	trocken .		18. „	—	18. „	28. VII.	81	40	121
					Gefäßversuch 3.				
	viel 1	am 20. IV.	20. VI.	24. VI.	15. VII.	1. VIII.	61	42	103
	viel 4		23. „	28. „	20. „	3. „	64	41	105
	viel-wenig 1		20. „	24. „	16. „	29. VII.	61	39	100
	viel-wenig 4		21. „	26. „	18. „	1. VIII.	62	41	103
	wenig 1		17. „	23. „	15. „	24. VII.	58	37	95
	wenig 4		18. „	24. „	15. „	24. „	59	36	95
	wenig-viel 1		17. „	23. „	15. „	26. „	58	39	97
	wenig-viel 4		18. „	24. „	15. „	26. „	59	38	97
					Gefäßversuch 4.				
Im Freien	1	am 20. IV.	19. VI.	25. VI.	—	1. VIII.	60	43	103
Im Freien	4		20. „	25. „	—	1. „	61	43	104
Im Gewächshaus	1		13. „	18. „	—	13. VII.	54	30	84
Im Gewächshaus	4		15. „	21. „	—	17. „	56	32	88

30. Juni auf. In dieser Zeit konnten trotz unterbrochener Wasserzufuhr die Sorten 1—3 ihr Rispenschieben bereits am 25. Juni beenden. Diese Sorten begannen auch zu blühen und Pflugs Frühhafer befand sich in voller Blüte, als der Witterungswechsel am 28. und 29. Juni und damit die erhöhte Verdunstungskraft der Luft sämtliche Sorten bald zum Welken brachte. Probsteier und Friedrichswerther Hafer zeigten einen normalen Blühverlauf, nachdem durch Auffüllen der Gefäße am 4. Juli die alte Bodenfeuchtigkeit wiederhergestellt war.

Ähnliche Beobachtungen liegen aus dem Jahre 1928 vor. Jedoch ist hier die intensivere Verkürzung des Ablaufs der Vegetationsphasen bei Bodentrockenheit gegenüber „feucht" auffallend. Auch die Gefäßversuche 3 und 4 bieten keine Besonderheiten. Wir sehen, daß Lufttrockenheit und Wärme wie Bodentrockenheit die Gesamtvegetationsdauer verkürzen.

Diese Beobachtungen scheinen die landläufig praktische Erfahrung, daß ein Zusammenhang zwischen Frühreife und Dürreresistenz besteht, zu bestätigen. Wir können wohl die Annahme machen, daß wir es hier mit erblich fixierten, also ökologischen Anpassungsmerkmalen der Sorten zu tun haben. Denn trotz der verschiedenen Umweltsbedingungen bleibt der für die Sorte typische Entwicklungsverlauf im großen und ganzen erhalten. Es scheinen ferner die funktionellen Anpassungen mit den ökologischen insofern übereinzustimmen, als sie in gleicher Richtung liegen.

Nun reichen aber die hier aufgeführten phänologischen Daten bei weitem nicht aus, um eine dynamische Betrachtungsweise, wie sie für eine quantitative Beurteilung des Wasserhaushalts notwendig erscheinen muß, zu ermöglichen. Wir müssen tiefer in die physiologischen Bildungsvorgänge der Pflanze vorzudringen versuchen. Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, des näheren auf die verschiedenen Ansichten über Wesen und Zustandekommen der einzelnen Vegetationsstadien einzugehen, wie sie in der mechanistischen Auffassung des Entwicklungsproblems und der neovitalistischen Schule (vergl. z. B. Reinke [92]) zum Ausdruck kommen. Meine grundsätzliche Einstellung zu den Problemen des Naturgeschehens habe ich eingangs schon dargelegt. Das Eintreten der verschiedenen Stadien in der Entwicklung der Pflanze ist eine sehr komplizierte Lebenserscheinung, an der zahlreiche Regulationen, z. T. unerforschter Natur, beteiligt sind.

Die Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Außenwelt und reaktionsfähigem Organismus ist ein dynamisches Problem. Zwischen Intensität der Wachstumsbedingungen (Bodenfeuchtigkeit, Nährstoffkonzentration usw.) und Wachstumsintensität bezw. Ertrag nach Abschluß der Vegetation bestehen bestimmte Beziehungen. Romell (101) hat das Zusammenwirken der Produktionsfaktoren an Hand einer kritischen Betrachtung des alten Minimum- und neuen Mitscherlich-Bauleschen Produktgesetzes treffend charakterisiert: „die komplizierte chemische Werkstätte der Pflanze hat man sich als eine Art chemisches Flußsystem zu denken mit zahlreichen Nebenflüssen, etwa so:

$$\begin{array}{ccccccc} J_1 & \rightarrow & J_2 & \rightarrow & J_3 & \rightarrow & \ldots\ldots\ldots \\ \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \\ E_1 & & E_2 & & E_3 & & \end{array}$$

wo J innere, E äußere Stoffe bedeuten. „Betrachten wir nun die Reaktion eines beliebigen J mit dem damit reagierenden E. Ist [E] (die Konzentration von E) klein, so wird die Reaktionsgeschwindigkeit annähernd proportional [E] sein, bei größerem [E] wird aber J immer mehr beansprucht, die Konzentration [J] von J in freiem, reaktionsfähigem Zustand immer kleiner, so daß sich die Reaktionsgeschwindigkeit allmählich einem Höchstwert nähern muß, der unter anderem von der Konzentration der übrigen E bestimmt wird, wovon ja der Verbrauch des Reaktionsproduktes abhängt. Ein „Sichvertreten" der Faktoren ist also auch bei Verkettung der Teilprozesse zu fordern" (S. 762). Wir haben es hier mit ähnlichen Vorgängen zu tun, wie sie bei chemischen Reaktionen durch das Massenwirkungsgesetz beherrscht werden; es sind für die Einwirkung der inneren und äußeren Faktoren d. h. für die Reaktionsgeschwindigkeit die wirksamen Konzentrationen oder deren Produkte maßgebend. So läßt sich das Pflanzenwachstum durch Massenwirkungsgesetz und Autokatalyse erklären. Rippel (98, 99) hat auf Grund der überraschenden Ähnlichkeit, welche sich bei Beobachtungen des Pflanzenwachstums mit den physikalisch-chemischen Reaktionen ergeben, die Wachstumskurve d. h. den Verlauf der Trockensubstanzzunahme als Funktion der Zeit in 2 Teile gegliedert:

1. Die primäre Kurve (d. i. nicht die ganze Kurve, sondern der erste, ansteigende Teil).

2. Störungen des Verlaufs der primären Kurve, wobei zwischen einer sowohl begrenzenden als auch hemmenden Wirkung äußerer und innerer Faktoren zu unterscheiden ist. Aus diesem Zusammenwirken der fördernden mit den hemmenden bezw. begrenzenden Faktoren resultiert eine S-förmige Kurve, deren mathematische Formulierung Gegenstand umfangreicher Untersuchungen geworden ist. Eine durch exakte Erfassung der physiologischen Einzelvorgänge begründete Ableitung der verschiedenen Wachstumsgleichungen ist naturgemäß noch nicht möglich gewesen. Was wir an Wachstums- und Ertragsgesetzen haben, sind Formulierungen rein empirischer Natur, die aber bereits als Verfeinerung der experimentellen Methode ihre Brauchbarkeit bei Erforschung biologischer Probleme bewiesen haben (vgl. auch Przibram [91] und Janisch [52]). Am bekanntesten sind die Wachstumsgleichungen von Robertson (99) und Baule (5) geworden. Beide mathematischen Ausdrücke sind wohl theoretisch als gleichwertig anzusehen; auch in ihrer technischen Handhabung sind sie ähnlich.

Die Untersuchung des Wachstumsverlaufes unserer Sorten mit Hilfe der mathematischen Methoden muß insofern aussichtsreich erscheinen, als sich vielleicht hierdurch die Möglichkeit ergibt, feinere Sortenunterschiede zu erkennen. Auch A. Rippel und R. Meyer (97) weisen auf ähnliche Möglichkeiten in einer kürzlich erschienenen Arbeit hin. Man kann von einer möglichst exakten Festlegung des Entwicklungsverlaufs gewissen Nutzen für die Beurteilung innerer im Zusammenhang mit dem Wasserhaushalt stehender physiologischer Vorgänge erhoffen.[1]) Bei der Prüfung des Versuchsmaterials zeigten sich jedoch einige in der Versuchsanordnung begründete Mängel, die eine mathematische Behandlung bei dem größten Teil des Materials als gewagt erscheinen ließen. Es sei kurz auf einige Schwierigkeiten hingewiesen.

Bei den gebräuchlichen Wachstumsgleichungen sind die Konstanten A = Höchstertrag, x_1 = die Halbwertabszisse und der Proportionalitätsfaktor c zu ermitteln. Die Größen A und x_1

[1]) Die Brauchbarkeit der mathematischen Methode wurde von mir (75) an anderer Stelle und mit anderem Material eingehend gezeigt. Daselbst sind auch die wichtigsten Fragen der technischen Handhabung der Formeln eingehend gewürdigt.

werden meist graphisch gefunden und an Hand dieser Werte die Wachstumskonstante errechnet. Für die graphische Ermittlung von A und x_1 sind aber eine Reihe von Ordinatenwerten nötig, die man durch eine größere Zahl von Zwischenernten erhält. Besonders ist die experimentelle Feststellung der Grenzwerte der Kurve, also bei Beginn und Schluß derselben, von Wichtigkeit, da hiermit sowohl der Nullpunkt des Ordinatensystems als auch der Endwert festgelegt wird. Da sich aber die Kurve asymptotisch den Grenzwerten nähert, kann der Definitionsbereich der Funktion großen Schwankungen unterliegen. Ferner ist der bei der Endernte sich ergebende Ertrag nicht der theoretisch erreichbare und der Kurve zugrunde zu legende Höchstwert A. Denn im allgemeinen fallen die Trockensubstanzerträge bei der Endernte gegenüber früheren Werten ab, worauf auch schon Wagner (134) hinwies, und wie es aus den Ergebnissen Tumanows (127) zu ersehen ist. Zu einer Untersuchung dieses Ertragsrückgangs reichte aber die mir zur Verfügung stehende Anzahl der Gefäße nicht aus; denn es wären dazu mehrere Zwischenernten notwendig geworden. Besonders erwies sich die Festlegung des Nullpunktes des Ordinatensystems auf graphischem Wege als schwierig. Es wäre aber nicht allein für diese Zwecke, sondern auch physiologisch sehr interessant, einmal den Zeitpunkt zu bestimmen, in dem die Reservestoffe des Samens erschöpft sind und die Pflanze als selbständiger Organismus zu wachsen beginnt. Infolge dieser erwähnten Schwierigkeiten und Mängel haben wir von einer Angleichung der gefundenen Werte an irgendeine Wachstumsgleichung Abstand genommen.

Aber auch ohne eine mathematische Behandlung des t-Ertragsgesetzes lassen sich aus dem Schaubild der Trockensubstanzwerte als Funktion der Zeit bereits wertvolle Schlüsse ziehen (Abb. 2). Es sollen zunächst nur einmal die Wachstumsvorgänge bei gleichmäßig hoher oder niedriger Bodenfeuchtigkeit untersucht werden.[1])

[1]) Wir beschränken uns vorwiegend bei Darstellung der Trockensubstanzwerte auf den Gefäßversuch 2, um unnötige Wiederholungen zu vermeiden. Die Trockensubstanzbestimmungen im ersten Versuchsjahr waren nicht zu verwerten, da seinerzeit noch dem Institut für Pflanzenbau die technischen Hilfsmittel zur Verarbeitung großer Substanzmengen fehlten, und die älteren Trockenschränke den Anforderungen nicht genügten. Erst nach Aufstellung einer neuen Trockenanlage, die sich für unsere Zwecke sehr bewährte (von Firma Schilde, Hersfeld), gelang die einwandfreie Durchführung von Massenuntersuchungen.

Wir finden die einzelnen Werte in Tabelle 27 auf folgender Seite.

Bei einer graphischen Darstellung der Erntewerte als Funktion der Zeit (gemessen in Tagen) ergaben sich einige Unregelmäßig-

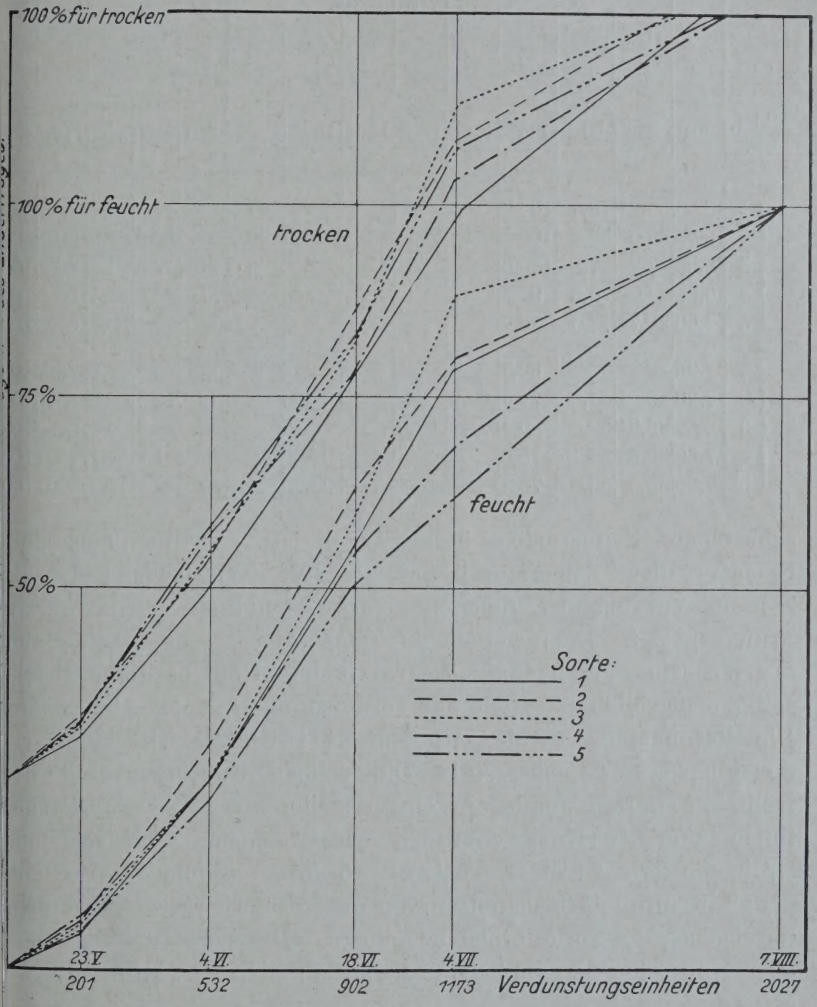


Abb. 2.

keiten im Gesamtbild der Entwicklung. Wir führen diese Erscheinung auf die Tatsache zurück, daß der Wachstumsverlauf nicht allein eine Funktion einer in Tagen und Stunden gemessenen Zeit ist, sondern wesentlich durch die in den ver-

Tabelle 27.

		absolut (y-Werte)									relativ (y %-Werte)				
	Datum	23. V.	4. VI.	18. VI.	4. VII.	27. VII.	30. VII.	1. VIII.	3. VIII.	7. VIII	23. V.	4. VI.	18. VI.	4. VII.	Endernte
	Zahl d. VE.	201	532	912	1173	1720	1762	1814	1877	2027	201	532	912	1173	
feucht	1	6,55	33,24	75,5	105,8	—	—	—	—	134,5	4,85	24,6	55,9	78,5	100
	2	8,53	39,0	83,2	105,5	—	—	—	—	132,0	6,5	29,6	63,0	80,0	100
	3	8,06	33,2	87,6	120,0	—	—	—	—	136,0	5,9	24,4	64,4	88,2	100
	4	9,67	34,00	75,8	94,7	—	—	—	—	138,0	7,0	24,6	54,4	68,5	100
	5	7,00	30,75	70,6	85,7	—	—	—	—	139,0	5,0	22,1	50,7	61,6	100
trocken	1	4,93	22,15	46,85	66,5	—	—	89,0	—	—	5,5	24,8	52,6	74,5	100
	2	7,30	25,54	54,5	74,5	89,6	—	—	—	—	8,15	28,5	60,8	83,4	100
	3	6,52	26,84	52,35	80,4	—	92,0	—	—	—	7,1	29,3	56,9	87,4	100
	4	7,69	30,85	51,45	75,6	—	—	—	97,4	—	7,9	31,7	53,1	78,0	100
	5	7,36	30,5	53,9	76,3	—	—	—	93,1	—	7,9	32,7	57,9	82,0	100

schiedenen Zeitperioden herrschenden Außenbedingungen insbesondere der Temperatur beeinflußt wird. Wir haben daher die Zeit in Verdunstungseinheiten gemessen und als Argument zugrunde gelegt. Denn gerade die Temperatur als Hauptkatalysator der Wachstumsgeschwindigkeit (vgl. Rippel 99) bestimmt gleichzeitig maßgeblich die Höhe der Verdunstungskraft der Atmosphäre. Die Verdunstung wurde mit dem Mitscherlichschen Verdunstungsmesser gemessen.[1]) Die schnellere Entwicklung der frühreifen Sorten kommt in einem steileren Anstieg der Schaulinien zum Ausdruck. Würden wir versuchen, die einzelnen Ordinatenwerte zu einer idealen S-Kurve zu verbinden, so scheint es, als wenn die Wachstumskurven unserer Sortenxerophyten mehr durchgebogene Form erhalten müßten. Diese Feststellung wäre aber von einer wesentlichen physiologischen Bedeutung; denn

[1]) Ich schließe mich hier der Ansicht von M. Dietrich (28) an, daß es unnütz ist, Verdunstungskörper zu bauen, die physikalisch mit den Pflanzen übereinstimmen und so die physikalischen und physiologischen Komponenten der Transpiration zu trennen erlauben. Es genügt, die Verdunstungskraft mit einem irgendwie gestalteten Verdunstungskörper zu messen und die Abweichungen der Transpiration vom Meßinstrument als Eigenart der Pflanze hinzunehmen.

eine derartige stärkere Durchbiegung der Wachstumskurve würde besagen, daß die betreffenden Sorten eine zunächst langsamere Anfangsentwicklung besitzen, um dann um so schneller die gegen Wassermangel sehr empfindliche Phase ihrer größten Massenproduktion zu durchlaufen. Die Zeit, in der bestimmte Prozentanteile am Endgewicht erreicht werden, ist also bei den einzelnen Sorten verschieden. In der Tabelle 28 ist für den Entwicklungsabschnitt 25—75 y% die Anzahl der Tage in Verdunstungseinheiten aufgeführt.

Tabelle 28.

		Prozent der Endernte werden erreicht in ..... Tagen (gemessen in VE)						Dauer der Entwicklung von 25—75 %		y% bei Beginn des Rispenschiebens
		10	25	50	75	90	100	VE	Tage	
Feucht	1	290	535	850	1130	1630	2030	595	26	64,0
	2	280	470	770	1100	1600	2030	630	29	62,5
	3	270	535	770	1030	1300	2030	495	19	66,0
	4	250	530	860	1250	1760	2030	720	35	61,0
	5	290	570	900	1300	1800	2030	730	35	57,0
Trocken	1	280	530	880	1210	1510	1814	680	32	57,0
	2	230	480	780	1070	1400	1720	590	28	55,0
	3	250	470	810	1060	1270	1760	590	27	59,0
	4	230	440	860	1140	1560	1880	700	33	58,0
	5	230	430	840	1100	1470	1880	670	30	66,0

Für diese Periode besitzen auch die frühreifen Hafer 1—3 die höchste Wachstumsgeschwindigkeit. Bei geringer Wasserversorgung treten die Unterschiede bei den einzelnen Sorten nicht so deutlich hervor. Besonders auffallend ist, daß diejenigen Sorten mit der höchsten Wachstumsgeschwindigkeit in „feucht“ wie Pflugs Früh und Kirsches gelb in Versuchsreihe „trocken“ denselben Wachstumsabschnitt 25—75 y% in längerer Zeit durchlaufen. Es scheint überhaupt, als wenn die Sortenhygrophyten in ihrem Entwicklungsverlauf größere Veränderungen bei einem Vergleich von „feucht“ und „trocken“ erfahren haben. Die Periode des Rispenschiebens liegt, wie die Tabelle ergibt, in ganz verschiedenen Entwicklungsabschnitten. Bei genügender Bodenfeuchtigkeit beginnt bei den Sortenhygrophyten das Rispenschieben relativ früher. Bei Bodentrockenheit zeigt sich diese Erscheinung

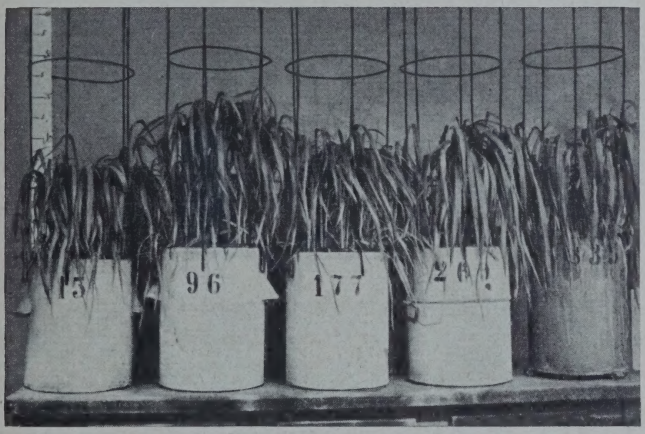
nicht; besonders fällt das ganz verschiedene Verhalten der Sorten 4 und 5 auf. Während beim Probsteier wie bei den frühreifen Sorten das Rispenschieben in einen früheren Abschnitt verlegt wird, verzögert es sich bei Friedrichswerther Berg sehr deutlich. Ob hier irgendwelche Störungen im Verhältnis Förderung — Hemmung vorliegen, kann noch nicht sicher entschieden werden. Wir hoffen aber, dieser Frage in einer späteren Arbeit, die den Entwicklungsrhythmus des Hafers vom Gesichtspunkt ökologischer Gesamtwirkung aus in dem schon mehrfach herangezogenen Vegetationsversuch mit variierter Bodenfeuchtigkeit und N-Düngung behandeln soll, nähertreten zu können. Ein Eingehen auf diese Untersuchungen würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen.

Nachdem wir somit die Zunahme an Trockensubstanz bei gleichmäßigem Wasservorrat untersucht haben, sei noch der Einfluß des Welkens auf die Anhäufung der Trockensubstanz kurz behandelt. Aus den phänologischen Beobachtungen konnten wir bereits entnehmen, daß durch Welken der Ablauf der einzelnen Vegetationsphasen beschleunigt und damit die Reife früher erreicht

Tabelle 29.

		Die absoluten Werte in Proz. von Versuchsreihe feucht					Die absoluten Werte in Proz. des Endertrages				
		23. V.	4. VI.	18. VI.	4. VII.	Endernte	23. V.	4. VII.	18. VI.	4. VII.	Endernte
1 X	1	—	60,7	69,1	95,0	104,5	—	14,4	37,2	71,5	100
	2	—	63,1	70,6	95,2	97,6	—	19,0	45,5	77,6	100
	3	—	62,7	63,1	103,0	93,0	—	16,5	44,0	99,0	100
	4	—	72,0	78,8	98,0	90,0	—	18,7	45,5	71,0	100
	5	—	76,1	73,5	114,0	89,5	—	18,8	41,6	78,5	100
2 X	1	—	—	59,1	74,0	86,4	—	—	38,4	67,2	100
	2	—	—	63,6	82,9	87,0	—	—	46,2	76,4	100
	3	—	—	64,4	67,5	69,0	—	—	46,5	66,9	100
	4	—	—	72,8	97,9	84,1	—	—	47,4	71,7	100
	5	—	—	70,8	88,0	79,6	—	—	45,2	68,5	100
3 X	1	—	—	—	68,0	63,5	—	—	—	84,4	100
	2	—	—	—	76,0	71,5	—	—	—	85,0	100
	3	—	—	—	68,6	73,2	—	—	—	83,0	100
	4	—	—	—	87,0	64,0	—	—	—	94,0	100
	5	—	—	—	74,6	57,6	—	—	—	79,8	100

wird als bei gleichmäßig hoher Bodenfeuchtigkeit. In der vorstehenden Tabelle sind die absoluten Werte in Prozent der entsprechenden Größen von Versuch „feucht“ dargestellt (Tabelle 29). Die erste Durstperiode, welche vom 24. Mai bis 28. Mai andauerte, hat offenbar alle Sorten zunächst sehr stark geschädigt. Die ersten Welkeerscheinungen traten dabei am 26. Mai nachmittags bei den Sorten 1, 2 und 4 auf und waren am stärksten bei Pflugs Frühhafer und Probsteier bemerkbar (vgl. Abb. 3 a). Wie die relativen Trockengewichte ergeben, beträgt bei den frühreifen



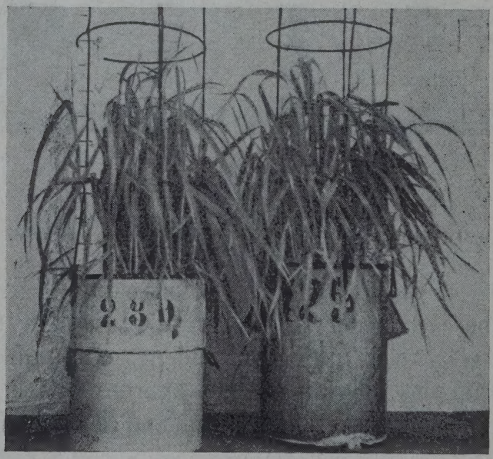
Sorte 1 2 3 4 5

Abb. 3 a.
1. Durstperiode. Während der Durstperiode am 27. V.

Hafersorten 1—3 die Schädigung nach Schluß der Periode etwa 60% gegenüber 70% der späteren Sorten. Auch 14 Tage nach dem Welken zeigt sich dieselbe Tendenz. Im äußeren Habitus der Pflanze kam das allerdings nicht zum Ausdruck. Im Gegenteil, es erholten sich diese Sorten auffallend schnell zum mindesten schneller als die anderen Sorten, wie auch aus den Aufnahmen, die 2 Tage nach Beendigung der Durstperiode gemacht wurden, hervorgeht (Abb. 3 b u. c). Wahrscheinlich ist das Zurückbleiben der Sorten 1—3 gegenüber den spätreifen Sorten in Tab. 29 auf die Art der Berechnung zurückzuführen. Bei den frühreifen Sorten steigen die Erträge in der Kontrollreihe „feucht“ infolge ihrer größeren Wachstumsgeschwindigkeit schneller an, wodurch natürlich das Ver-

hältnis der Erträge „feucht“: „gewelkt“ weiter werden muß. Es ist aber bemerkenswert, daß nach Beendigung der Vegetation die

Sorte 1 2 3



4 5

Abb. 3 b und c.
Die Entwicklung 2 Tage nach Beendigung der 1. Durstperiode.

ersten Sorten mit höchster Trockensubstanzmenge abschneiden, ebenso sind sie auch im Kornertrag, wie wir eingehends gesehen haben, den anderen Sorten überlegen.

Auch bei der 2. und 3. Durstperiode zeigen sich ähnliche Verhältnisse bei einem Vergleich der Sorten zueinander. Die

Während des Welkens am 11 VI.
Abb. 4 a.

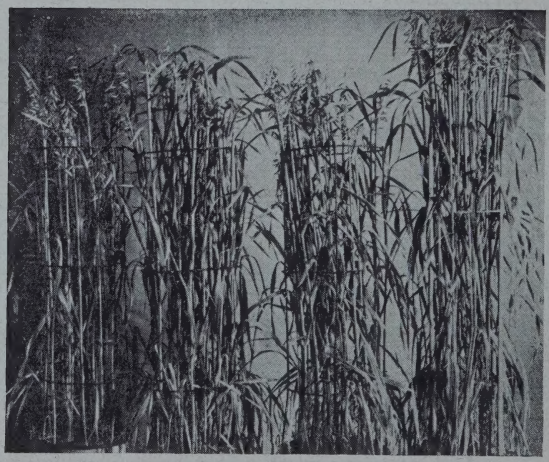
Sorte 1 2 3 4 5
Nach Beendigung der Dürreperiode am 15. VI.
Abb. 4 b.

Gefäßversuch 2. Die Entwicklung während der zweiten Durstperiode vom 8. VI. bis 13. VI. 1929.

2. Welkeperiode dauerte vom 8. 6.—13. 6. Das Welken begann bei den frühreifen Sorten 1—3 am frühesten und es zeigten diese Sorten auch gegenüber Probsteier und Friedrichswerther Berg die

stärkeren Welkeerscheinungen. Der Grad der Welkung wurde nach dem Herabhängen der Blätter in den verschiedenen Blatt-

„trocken" 1 × gewelkt 2 × gewelkt „feucht"
5 a. Sorte 1.



trocken 1 × gewelkt 2 × gewelkt feucht
5 b. Sorte 2.

höhen beurteilt. Das Welken erstreckte sich auf sämtlichen Blattlagen. Jedoch verloren die unteren Blätter entsprechend ihrer geringen Saugkraft zuerst ihre Turgeszenz. Während nach dem

erstmaligen Welken sämtliche Blätter sich bald erholten, wurden bei dieser Welkung auch nach erfolgter Wasserzufuhr die unteren

trocken 1 × gewelkt 2 × gewelkt feucht
5 c. Sorte 3.

trocken 1 × gewelkt 2 × gewelkt feucht
5 d. Sorte 4.

Blätter nicht wieder turgeszent. Die Abb. 4a u. b zeigen diese Verhältnisse deutlich. Abb. 5a—e läßt auch den Einfluß des ein- und zweimaligen Welkens auf die Halmentwicklung erkennen; bei

den Xerophyten fällt die größere Ausgeglichenheit der Gefäße auf. Inwieweit dieser vorzeitige Verlust eines Teiles der Blattmasse an dem Ernteschaden beteiligt ist, kann schwer einwandfrei festfrei festgestellt werden. Es ist aber denkbar, daß die Blätter nach der ersten Welkung ihre frühere Assimilationsfähigkeit in vollem Umfang wieder aufgenommen haben, während durch die zweite Durstperiode doch immer mit einem Verlust photosyntetischer Energie gerechnet werden muß. Es scheinen überhaupt die Schädigungen durch plötzlichen Wassermangel umso größer zu sein, je schneller die Vegetationsphase, in der die Pflanze be-

trocken 1 × gewelkt 2 × gewelkt feucht
5 e. Sorte 5.

Abb. 5 a—e.
Einfluß des Welkens auf die Längenentwicklung der Halme (aufgenommen am 24. Juni 1929).

troffen wird, unter normalen Verhältnissen verläuft. Als besonders kritisch muß die Zeit des Blühens betrachtet werden, worauf auch schon Zade (143) und Fruwirth (33, 78) hinweisen. Der normale Verlauf des Blühens scheint von einem bestimmten, der Pflanze zugänglichen Wasservorrat abzuhängen, wie wir bei Besprechung der phänologischen Beobachtung gesehen haben. Jedenfalls ergibt sich aus dem Beispiel des sonst relativ widerstandsfähigen Pflugs Frühhafers, daß auch bei den Xerophyten die kritischen Perioden eine Bedeutung besitzen. Eine Gesamtbeurteilung des Einflusses von Durstperioden auf die Pflanzen ist, wie diese Beispiele zeigen,

nur unter Berücksichtigung der Besonderheiten der einzelnen Sorten in den einzelnen Phasen ihrer Gesamtentwicklung möglich.

3. Zusammenfassung und Auswertung der bisherigen Ergebnisse für die osmotischen Verhältnisse in der Pflanze.

Es sollen noch einmal die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen kurz zusammengefaßt werden. Wir stellten den quantitativen Erfolg der verschiedenen Reaktionen in der Pflanze, d. h. die zum Abschluß der Entwicklung erreichten Mengen an Trockensubstanz, insbesondere an Körnern, unter dem Einfluß verschiedener Wassergaben an den Anfang unserer Betrachtungen. Hierbei konnten wir die Gefäßversuchsmethode als recht brauchbar für unsere Sortenversuche kennen lernen. Bei allen Versuchen zeigten die durch praktische Frfahrung als Xerophyten bekannten Sorten eine Überlegenheit im Kornertrag gegenüber den Hygrophyten. Wir gingen nun daran, die verschiedenen komplizierten physiologischen Regulationen, soweit sie als Gestaltungsvorgänge im Habitus der Pflanze zum Ausdruck kommen, zu analysieren. Auf diese Weise lernten wir die verschiedenen morphologischen und anatomischen Veränderungen und Merkmale der einzelnen Sorten kennen. Daß wir uns hierbei in erster Linie auf die Organe der Ernährung beschränkten, d. h. diejenigen Teile der Pflanze, die das Wasser aufnehmen, leiten und abgeben, liegt in der Natur der Sache. Die einzelnen Sorten besitzen charakteristische Unterschiede, die uns wertvolle Hinweise auf ihr Verhalten zum Wasser zu geben vermögen. So besitzen die von uns untersuchten Sortenxerophyten eine geringere relative Wurzelmasse, eine geringere Oberflächenentwicklung (d. h. geringere Blattmenge im Verhältnis zur gesamten oberirdischen Substanz), Besonderheiten im anatomischen Bau und einen schnelleren Entwicklungsrhythmus. Jedoch genügt keines dieser qualitativen Merkmale allein für eine sichere Beurteilung, ob wir es mit einem Sortenxerophyten zu tun haben oder nicht. Die Pflanze stellt in ihren Lebensäußerungen eine Ganzheit dar. Die einzelnen Organe der Pflanze und deren Funktionen sind korrelativ miteinander verbunden. Die Beurteilung eines aus dem Ganzen herausgenommenen Teiles der Pflanze hinsichtlich ihrer Einzelleistung und Beteiligung am Gesamtgeschehen ist daher schwierig. Denn die Mittel, mit denen

eine Sorte eine bestimmte Wirkung erzielt, können je nach ihrer systematischen Stellung und ihrer physiologischen Eigenart sehr verschieden sein. Eine schematische Bewertung der am Gesamteffekt beteiligten Einzelfaktoren muß daher zu Trugschlüssen führen.[1])

Der Vergleich funktioneller mit ökologischer Anpassung ist am leichtesten bei den habituellen Veränderungen der Blattgröße und -oberfläche. Es besteht ein gewisser Parallelismus zwischen den funktionellen Anpassungen der Teile einer Pflanze und den ökologischen Anpassungen einer Sorte. Auch im Entwicklungsrhythmus der Sorten besteht dieser Parallelismus. Nicht klar tritt diese Übereinstimmung bei einem Vergleich der Anpassungen in bezug auf die anatomischen Merkmale und die relative Wurzelmasse in Erscheinung. Daß sich jedoch auch hinsichtlich der anatomischen Blattstruktur bestimmte Parallelen zwischen den ökologischen und funktionellen Eigenschaften ziehen lassen, geht schon aus Kolkunows Beobachtungen hervor. Auch wenn Kolkunows (60) „anatomischer Koëffizient" als Selektionsmoment für die Sortenzüchtung nicht geeignet ist, so besteht dennoch seine Beobachtung zu recht, daß mit zunehmender Kontinentalität eine Abnahme der Zellgröße Hand in Hand geht.

Für die Wurzelausbildung mag zunächst die Vergrößerung der relativen Wurzelmasse bezw. Bodentrockenheit als Gegenargument erscheinen. Denn bei den von uns untersuchten Sortenxerophyten finden wir einen nicht höheren, sondern geringeren Wurzelanteil. Von besonderer Bedeutung ist aber die Erscheinung, daß die unterirdischen Teile der Pflanze auf Bodentrockenheit anders zu reagieren scheinen als auf Lufttrockenheit. Wir stellen in Übereinstimmung mit Arland bei Lufttrockenheit einen Rückgang der relativen Wurzelmenge fest. Vielleicht kann dieser Befund uns einen gewissen Hinweis auf die Herkunft der von uns untersuchten Haferxerophyten bieten. Nach der Sortenübersicht von Baumann (6) haben wir es bei den Sorten 1, 2 und 3 mit Züchtungen von Kontinental- und Gebirgshafern zu tun, während die beiden anderen Sorten Vertreter

[1]) Heuser (45) steht noch 1924 auf dem Standpunkt, daß die Züchtung die einzelnen Merkmale „kombinatorisch" durcheinander gewürfelt habe, wodurch eine Beurteilung nach dem Äußeren der Pflanze erschwert wird. Ob dieses Moment eine große Rolle spielt, bleibe dahingestellt.

der Küstenhafer sind. Für das Kontinental- und Küstenklima sind ja die ganz verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft charakteristisch. Schwieriger ist die Beurteilung des Gebirgsklimas, denn hier sind alle Außenfaktoren verändert und wir wissen noch zu wenig, wie die Kombination dieser veränderten Außenfaktoren sich auf die Pflanze auswirkt. Aus den verschiedenen pflanzenökologischen Arbeiten der Botaniker ergibt sich aber auch für die Hochgebirgsstandorte ein xeromorpher Pflanzenhabitus und — wie Meier (72) ermittelte — ein höherer osmotischer Wert der Gebirgspflanzen. Wie auch die Verhältnisse für die Kulturpflanzen liegen mögen, die Beobachtungen der Wurzelausbildungen sprechen nicht gegen die Annahme, daß die funktionellen Anpassungen sich in Richtung der ökologischen Anpassungen bewegen. Es stimmen also die Beobachtungen an gleichartigem Material grundsätzlich mit den Untersuchungen der Botaniker mit Pflanzen verschiedener Arten und Familien überein.[1])

Demnach steht nichts im Wege, die xeromorphen funktionellen Anpassungen als kausal durch die Steigerung des osmotischen Wertes bedingt anzusehen. Diese Möglichkeit einer kausalen Betrachtung hat Walter (136) in seiner schon oft erwähnten Arbeit über die Anpassungen der Pflanze an Wassermangel in hervorragender Weise gezeigt. Dort, wo wir xeromorphe (nicht sukkulente) Strukturen finden, scheint auch der osmotische Wert erhöht zu sein und alle Faktoren, die die Ausbildung von xeromorphen Eigenschaften bedingen, rufen auch eine Erhöhung des osmotischen Wertes in der Pflanze hervor. Am eindeutigsten ergibt sich diese kausale Verkettung von xeromorpher Struktur und osmotischem Wert aus den Beobachtungen an ein- und derselben Pflanze. Mit zunehmender Insertionshöhe nehmen die Blätter eine mehr xeromorphe Struktur an. Der Transpirationsstrom durch die Pflanze ist aber nur möglich, wenn die oberen Teile der Pflanze eine höhere Saugkraft besitzen; ferner steht aber die Ausbildung und Funktionstätigkeit der oberen Getreideblätter im Sommer unter dem Einfluß höherer Boden- und Lufttrockenheit.

---

[1]) Man findet des öfteren in der landwirtschaftlichen Literatur die Bemerkung, daß man die Beobachtungen der Botaniker nicht auf die Kulturpflanzen übertragen dürfe, da die Botaniker nicht mit einheitlichem Material arbeiten.

Eine besondere Behandlung erfordern die kausalen Zusammenhänge zwischen osmotischen Verhältnissen in der Pflanze und den Wachstumsvorgängen. Plasmaentquellung zieht eine Verkürzung der Wachstumsperiode nach sich. Wir müssen hierfür eine Erklärung in den kolloidchemischen Vorgängen des lebenden Plasmas suchen. „Eine jede Quellung und Entquellung, die an und für sich reversible Vorgänge sind, werden doch von gewissen, noch kaum bekannten Änderungen begleitet." (Walter (136 S. 81.) Ein Organismus wird sich also niemals zweimal in vollkommen gleichem Zustande befinden. Die einzelnen wachsenden Organe der Pflanze und deren morphologisch-anatomische Gestaltung werden aber dadurch rascher differenziert. Ein Beweis für diese theoretischen Überlegungen stellen die Beobachtungen der Wachstumsvorgänge nach Durstperioden und bei ungenügender Boden- oder Luftfeuchtigkeit gegenüber ausreichenden Feuchtigkeitsverhältnissen dar. Es wird aber wohl bemerkt nur der zeitliche Verlauf der wichtigsten Lebensvorgänge abgekürzt, und dadurch der Endzustand d. h. die Reife früher erreicht. Zwischen dem Zustand der Plasmaentquellung und der Höhe des osmotischen Wertes bestehen aber feste Beziehungen insofern, als mit zunehmender Entquellung des Zellplasmas eine Steigerung des osmotischen Wertes Hand in Hand geht. Es ist daher nicht unberechtigt, wenn wir die Annahme machen, daß Verkürzung der Wachstumsperiode ein Hinweis auf erhöhte osmotische Verhältnisse in der Pflanze ist. Weiterhin können wir auf Grund des zwischen funktionellen und ökologischen Anpassungen bestehenden Parallelismus annehmen, daß Frühreife einer Sorte ein Kriterium für den osmotischen Wert derselben sein kann. Zu einem ähnlichen Ergebnis kaum auch Mader (68) auf direktem Wege durch Messung des osmotischen Werts bei floristisch verschiedenen Winterweizen- und Hafersorten oder Zederbauer (145) und seine Mitarbeiter (Eibl [31], Buchinger [22] und andere) durch Ermittlung des osmotischen Wertes im Keimlingsstadium.[1])

[1]) Daß letztere Methode der Ermittlung des osmotischen Wertes eine Reihe von Fehlerquellen besitzt, und eine Übertragung der so gewonnenen Ergebnisse auf die ganze Pflanze nicht immer möglich ist, wurde kürzlich von mir eingehend gezeigt (76 und 77.)

Wie verhält sich aber die Wachstumsintensität zur Höhe des osmotischen Wertes? Walter (135) hat an Hand der Untersuchungen von Bächer (3) sowie entsprechenden Angaben der Literatur dargelegt, daß das Wachstumsoptimum mit dem Minimum des osmotischen Wertes zusammenfällt. Auch diese Feststellung ist bedeutungsvoll für uns. Aus den Arbeiten von Mader können wir bereits entnehmen, daß der osmotische Wert in den einzelnen Entwicklungsstadien verschieden ist, und zwar in der Jugendentwicklung niedrig, und später zur Periode des Rispenschiebens hin ansteigend. Tatsächlich ist diese Periode von der Bestockung bis zum Rispenschieben die Phase der größten Wachstumsintensität und Massenproduktion. Aber, wie wir gesehen haben, ist die Pflanze in diesem Entwicklungsabschnitt am meisten gegen Wassermangel empfindlich. Wenn wir in dieser Periode einen geringeren osmotischen Wert der Pflanze in Übereinstimmung mit Mader (68) annehmen, dann würde hierdurch die geringere Dürreresistenz in dieser Entwicklungsphase eine einfache Erklärung finden. Vielleicht kann auch die unter zusagenden Feuchtigkeitsverhältnissen allgemein größere Massenentwicklung der Hygrophyten durch die osmotischen Verhältnisse in der Pflanze kausal begründet sein. Alle diese hier aufgeworfenen Fragen sind aber experimentell von der Agrikulturbotanik noch nicht bearbeitet und bedürfen daher einer eingehenden Prüfung. Jedenfalls zeigen aber diese Ausführungen, daß von den osmotischen Verhältnissen der Pflanze aus betrachtet, manche bisher nicht erklärbaren Vorgänge und Besonderheiten im Wasserhaushalt unserer Kulturpflanzen im neuen Lichte erscheinen.

Die einzelnen Probleme des Wasserhaushalts sollen im folgenden von diesen gezeichneten Gesichtspunkten aus behandelt werden. Wir werden dabei zu untersuchen haben, welche Bedeutung der Transpiration als Kriterium der Dürreresistenz zukommt; ferner werden wir versuchen, den ganzen Wasserhaushalt und somit die Wasserbilanz einheitlich unter dem Gesichtspunkt der osmotischen Verhältnisse zu beurteilen.

B. Der Wasserhaushalt.

1. Der absolute Wasserverbrauch der Sorten in den Gefäßversuchen.

Der absolute Wasserverbrauch der Sorten allein kann über den Wasserbedarf der Pflanze wenig aussagen. Er hängt von einer großen Anzahl von Faktoren ab, deren Einwirkung wir nicht einmal in allen Teilen kennen. Wir wollen aber kurz auf die Transpirationszahlen eingehen, um daran einige Besonderheiten, insbesondere die Beziehungen der Transpiration zur Evaporation, zu zeigen.

Da die Transpiration ein Verdunstungsvorgang ist, werden alle Faktoren, die die Verdunstung beeinflussen, wie Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Temperatur, Licht und Wind die Transpiration verändern. Andererseits ist aber die Pflanze kein toter Körper, sondern besitzt verschiedene Möglichkeiten, den Verdunstungsvorgang zu beeinflussen. Am bekanntesten sind die Stomataregulierungen. Aber auch die verschiedenen Zustandsänderungen des Protoplasmas gehören zu den physiologischen Regulationen der Pflanze. Auf Grund dieses Zusammenwirkens physikalischer und physiologischer Faktoren ergibt sich eine Transpirationskurve, die der Evaporationskurve nicht zu allen Zeiten gleichstark folgt. Für unsere vergleichenden Transpirationsuntersuchungen mit physiologisch-ökologischer Blickrichtung aber ist es wichtig, die physikalische Komponente der Transpiration von der physiologischen zu trennen und diejenigen Ausschnitte aus der Transpirationskurve ermitteln zu können, in denen Transpiration und Evaporation nicht übereinstimmen.

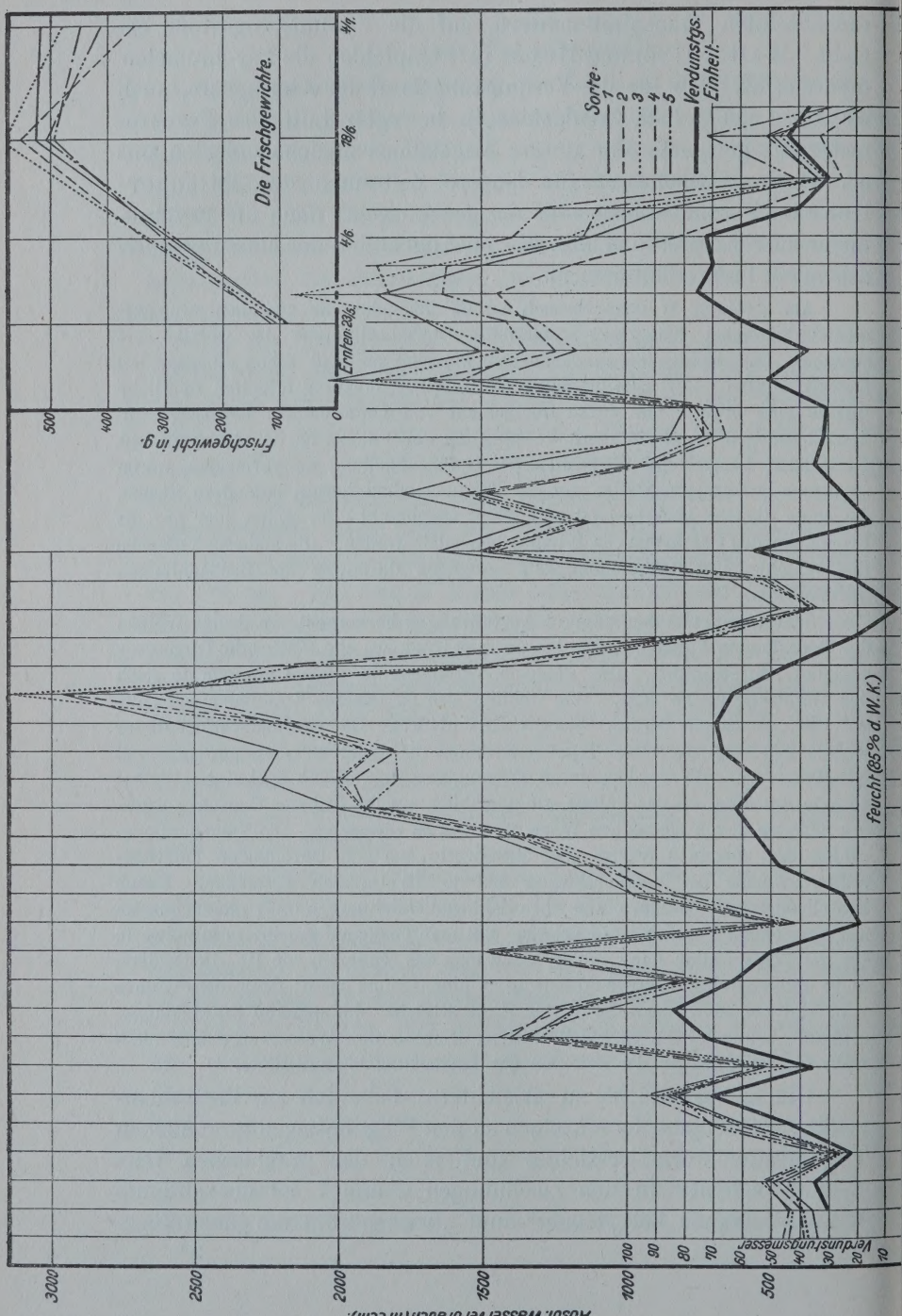
Aus diesen oder ähnlichen Gründen hat man des öfteren versucht, die Gesamtwirkung der für die Verdunstungsgröße maßgeblichen klimatischen Faktoren mit Hilfe von Verdunstungskörpern (Atmometer) zu messen und die so gemessenen Evaporationsgrößen zu den Transpirationswerten in Beziehung zu setzen. So bezieht Livingston (66) die Transpirationsgröße der Pflanze auf die gleichzeitige Verdunstungsgröße einer gleichgroßen freien Wasserfläche (oder eines Atmometers) und bezeichnet dieses Verhältnis als „relative Transpiration“ oder Transpirationsvermögen. Wir schließen uns der Auffassung Hubers (47) an, daß es für vergleichende Untersuchungen im allgemeinen ausreicht, wenn man von dem Bezug auf gleiche Oberflächen absieht und einfach

die absoluten Transpirationswerte auf die Verdunstungsgröße bezieht. Walter (135) und Huber (47) empfehlen die Psychrometerdifferenz als Maß für die Verdunstungskraft der Atmosphäre, auch Seybold (117) hält, wenigstens in bewegter Luft, das Psychrometer für geeignet. Für unsere Vegetationsversuche erschien uns als Verdunstungsmesser für längere Zeiträume der Mitscherlichsche Verdunstungsmesser am geeignetsten; denn die Psychrometerdifferenz gibt uns nur die im Augenblick der Messung herrschenden Luftverhältnisse an.

Als absoluter Wasserverbrauch ist im folgenden die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wägungen festgestellte Gewichtsdifferenz der Gefäße verstanden. Die wichtigsten methodischen Einzelheiten sind schon eingangs behandelt worden. Zur Einschränkung der Bodenverdunstung erhielten sämtliche Gefäße eine etwa 3 cm starke Deckschicht von gewaschenem Flußkies. Um Beeinflussungen durch stärkere Verdunstung der Pflanze an den ins Freie angrenzenden Längs- und Stirnseiten der Gefäßaufstellung zu vermeiden, waren an diesen gefährdeten Stellen um die Versuchsreihen herum besondere Kästen, die einen dichten Haferbestand enthielten, angebracht. Es sollen hier nur die Ergebnisse des Gefäßversuchs 2 und 4 behandelt werden. Die anderen Versuche mit verschiedener Bodenfeuchtigkeit bestätigen durchweg die Beobachtungen des Versuches 2.

Wie bereits aus den früheren Ausführungen hervorgeht, wurde das Welken der betreffenden Versuchsserien bis zu dem Grad, wo alle Blätter die Turgeszenz verloren, durchgeführt. Die Pflanzen verblieben in diesem Stadium je nach der Witterung einige Tage. Wir wählten also zu unseren Untersuchungen die Art des „permanent wilting“ (nach Caldwell 27). Der Gewichtsverlust dieser Gefäße wurde an denselben Tagen, an denen die anderen Serien gewogen und mit Wasser versorgt wurden, durch Wägung ermittelt. Nach Schluß der Welkeperiode brachten wir die Gefäße erst allmählich auf ihr früheres Gewicht zurück, um Schäden durch plötzlichen Wasserüberfluß zu vermeiden. Die Transpirationszahlen der einzelnen Sorten sind Mittelwerte aus den betreffenden Versuchsreihen, welche bei Versuchsbeginn aus je 18 Gefäßen bestanden. Durch Zwischenernten verringerte sich ihre Zahl schließlich auf je 5. Untersuchungen aus dem ersten Versuchsjahre zeigten, daß man genügend gesicherte Mittelwerte für die Transpiration dann erhält, wenn man das Minimum von 10—12 Gefäßen nicht unterschreitet. Dieser Forderung ist hier Genüge getan; denn diese Grenze wird erst bei bezw. nach der dritten Ernte erreicht. Im späteren Entwicklungsstadium aber spielt die exakte Ermittlung des absoluten Wasserverbrauchs nicht mehr die Rolle wie in der Zeit von der Bestockung bis zur Blüte.

Um die Übersicht zu erleichtern, habe ich auf die zahlenmäßige Wiedergabe der einzelnen an den Wägungstagen gewonnenen Transpirationswerte verzichtet und mich der graphischen Darstellung bedient. In den Zeichnungen 6 und 7 ist der absolute Wasserverbrauch bei „feucht“ und „trocken“ für die ganze Vege-


Absol. Wasserverbrauch (in ccm).
Verdunstungsmesser
feucht (85% d. W. K.)
Verdunstgs.-Einheit.
Sorte:
1
2
3
4
5
Ernten 23/5.
4/6
18/6.
4/7.
Die Frischgewichte.
Frischgewicht in g.

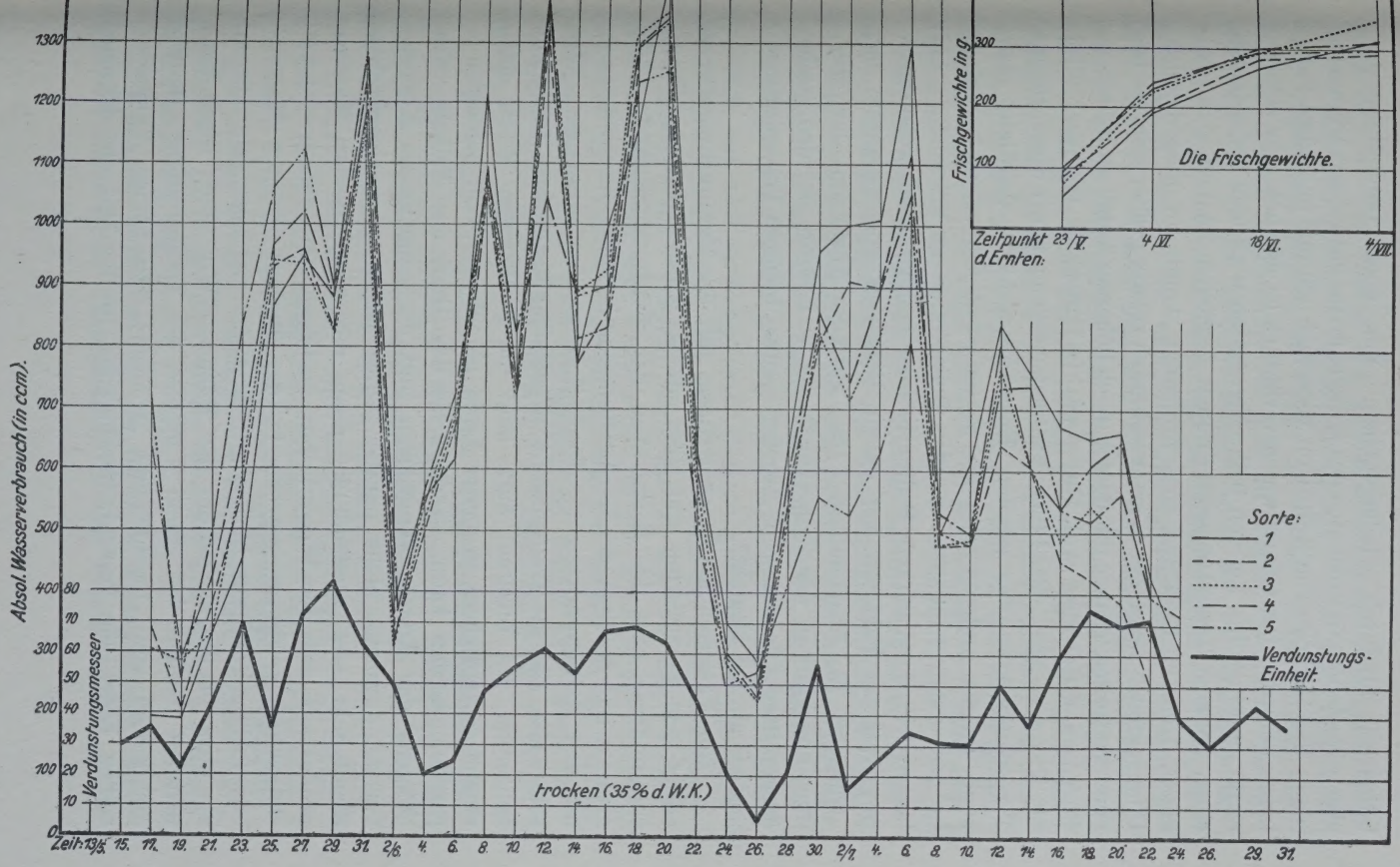

Absol. Wasserverbrauch (in ccm).
Verdunstungsmesser
Zeit: 13/5 15. 17. 19. 21. 23. 25. 27. 29. 31. 2/6. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 2/7 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 29. 31.
trocken (35% d. W. K.)
Sorte:
1
2
3
4
5
Verdunstungs-Einheit
Frischgewichte in g.
Die Frischgewichte.
Zeitpunkt d. Ernten: 23/V. 4/VI. 18/VI. 4/VII.

Abb. 7.

tationszeit hindurch wiedergegeben. Von einer Darstellung der absoluten Zahlen in Prozenten des jeweiligen Gesamtwasserverbrauchs (nach der Methode von Scheibe) versprach ich mir in diesem Falle keine Vorteile. Der Gesamtwasserverbrauch ist nämlich sehr schwer exakt zu ermitteln. Bei den frühreifen Sorten wird man sogar leicht einen höheren Gesamtwasserverbrauch feststellen können, denn bei einem höheren Reifegrad und größerem Anteil an absterbenden Pflanzenteilen wird der Wasserverbrauch relativ größer sein als bei einer spätreifen Pflanze mit derzeit noch höherem Anteil an lebendem Plasma und Geweben (vgl. Burgerstein [1904] 23, Huber [1923] 48, Thomas 123). Bei Pflugs Frühhafer erkennen wir diese höhere Transpiration in der zweiten Entwicklungshälfte deutlich; aber auch bei den anderen frühreifen Sorten ist diese Tendenz besonders in der ersten Julihälfte aus den Schaulinien zu erkennen. Am besten tritt diese stärkere Bedingtheit der Transpirationsgröße durch physikalische Faktoren bei einem Vergleich von „feucht" und „trocken" in Erscheinung. Das geringe Ansteigen der Verdunstungskraft in der Zeit vom 2.—8. 7. bewirkt bei den weiter ausgereiften Pflanzen von „trocken" einen höheren Transpirationsanstieg als bei „feucht".

Ein Vergleich der Transpirations- mit der Verdunstungskurve ergibt, wie zu erwarten war, eine gewisse Abhängigkeit des Transpirationsverlaufes der Sorten von der Verdunstungsgröße. Die Minima und Maxima der Verdunstungskurve fallen durchweg auch mit den Extrempunkten der Transpirationskurve zusammen. Wir sehen also, daß die Transpiration, wenigstens für größere Zeiträume betrachtet, (in unserem Falle sind die zweitägigen Werte miteinander verglichen) in erster Linie als physikalisch bedingt angesehen werden kann. Jedoch ist der Grad des Fallens oder Steigens der Kurven verschieden und der gemeinsame Kurvenverlauf durchaus nicht parallel. Das ist vom physiologischen Standpunkt aus verständlich; denn mit zunehmender Massenproduktion muß der Wasserbedarf ansteigen und daher wird bei steigender Verdunstungsgröße in der Periode größter Massenentwicklung der Transpirationsanstieg relativ viel höher sein müssen als etwa im Jugendstadium der Pflanze. Wir sehen diese Verhältnisse deutlich bei einem Vergleich des Transpirationsverlaufes der Sorten von „feucht" und „trocken". In beiden Versuchsreihen liegen die Transpirationsmaxima in der Zeit des Rispen-

schiebens, wo die Pflanze das größte Frischgewicht besitzt. Wir finden aber bei geringer Bodenfeuchtigkeit schon Ende Mai sehr hohe Transpirationswerte an Tagen mit hoher Verdunstungskraft. Das ist darauf zurückzuführen, daß in diesem Zeitpunkt bereits etwa 70—75% des Höchstfrischgewichtes an der Transpiration beteiligt sind, während bei hoher Bodenfeuchtigkeit — wie auch aus dem Ansteigen der absoluten Frischgewichte zu ersehen ist (Abb. 6 u. 7), — erst ungefähr 25% des Höchstfrischgewichtes erreicht sind. Die Sorten mit höchstem Frischgewicht wie z. B. Pflugs Frühhafer und Kirsches Gelb überragen daher auch in der Transpiration die anderen Sorten. Die Verschiedenheiten im Entwicklungsrhythmus der Sorten kommen aber in der Zeit bis zur Kornbildung — wie auch Arland (2) beobachtete — nicht zum Ausdruck.

Opitz und Rathsack (87) fanden kürzlich bei ihrer Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der Wasseraufnahme von Gersten- und Hafersorten einen kurz vor dem Ähren- bezw. Rispenschieben eintretenden Abfall der Wasserverbrauchskurve, der durch den Witterungsverlauf nicht erklärt werden konnte. Diese Forscher schließen auf eine vorübergehende Hemmung der Lebensfunktionen der oberirdischen Organe der Pflanzen zugunsten der Erweiterung des Wurzelsystems. Tatsächlich nimmt ja, wie wir schon früher feststellen konnten, der Wurzelanteil in der Periode des Ährenschiebens zu. Unsere Transpirationskurven zeigen bis zu einem gewissen Grade zwar auch Zweigipfligkeit, jedoch kann diese Erscheinung auch durch den Verlauf der Verdunstungskurve erklärt werden.

Wir wollen noch kurz auf die Wasserverbrauchszahlen in den Welkeperioden eingehen. Es sollen jedoch die folgenden Betrachtungen zunächst nur eine erste Orientierung sein, eine eingehende Behandlung ist in einem späteren Abschnitt unter Berücksichtigung der Massen- und Flächenproduktion vorgesehen. In Tabelle 30 sind die Transpirationswerte der einzelnen Wägungen in Prozenten des Wasserverbrauchs der Kontrollserien dargestellt; also für „1mal gewelkt“ dienten die entsprechenden Werte von „feucht“, für „2mal gewelkt“ stellte die Serie mit einer Welkung die Kontrollreihe dar usw.

Am meisten auffallend ist die bei allen Durstperioden auftretende Zunahme der Transpiration in den ersten Tagen nach

Zeitabschnitt	Sorte	1 mal gewelkt					2 mal gewelkt					3 mal gewelkt				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Datum	1. Welkeperiode														
	23. V.	97,0	97,0	89,5	96,6	113,0										
	25. V.	154,0	166,5	176,0	167,0	171,0										
	27. V.	67,9	73,0	69,7	70,6	77,6										
	28. V.	28,0	19,0	27,9	22,3	38,4										
	29. V.	Wasservorrat ergänzt														
1	31.V.—6.VI.	78,0	77,0	77,6	78,1	84,0										
							2. Welkeperiode									
	8. VI.						96,4	91,0	96,2	96,4	106,5					
	10. VI.						100,0	135,0	121,0	128,2	162,2					
2	11. VI.	68,2	67,8	69,1	71,5	64,6	46,2	43,5	37,0	53,1	52,6					
	12. VI.						6,5	9,9	9,7	8,9	8,7					
	14. VI.						Wasservorrat ergänzt									
3	16.VI.–20.VI.	95,1	99,5	100,0	106,0	95,6	72,4	88,7	75,0	74,2	77,3					
												3. Welkeperiode				
	22. VI.											112,5	115,5	99,0	84,0	109.0
	24. VI.											123,5	123,0	125,0	74,5	109,0
	26. VI.											121,0	70,0	66,4	57,9	73,0
	28. VI.											86,6	87,0	78,9	76,0	111,0
4	30. VI.	88,6	90,5	92,5	92,1	76,9	80,1	78,5	81,2	75,5	86,8	37,0	51,3	65,3	55,6	57,4
	2. VII.											14,7	20,8	30,8	15,5	19,0
	4. VII.											2,5	7,5	5,5	7,3	7,
	5. VII.											Wasservorrat ergänzt				
5	6.—22. VII.	137,0	132,0	97,5	128,1	94,6	68,6	84,5	106,5	93,6	100,5	29,6	45,4	54,2	46,1	29,5
6	24.—26. VII.	173,0	147,5	87,0	79,6	54,4	49,8	81,5	107,2	98,1	85,1	—	—	44,8	36,6	—
7	27.—31. VII.	189,1	118,5	94,0	86,1	57,6	59,2	90,5	111,0	—	—	—	—	—	—	—
		Die Frischgewichte (in g) in Prozenten der jeweiligen Gewichte der Kontrollserien														
	4. VI.	81,4	71,4	69,4	77,9	84,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	18. VI.	87,1	76,4	77,7	93,5	74,5	65,5	72,0	76,0	72,4	81,0	—	—	—	—	—
	4. VII.	99,5	131,0	98,6	123,0	95,0	81,9	83,0	90,9	74,2	90,1	48,1	60,2	57,4	60,8	59,9

Aufhören der Wasserzufuhr gegenüber den Kontrollreihen. Erst später tritt eine mit zunehmender Welkung immer intensiver werdende Transpirationseinschränkung ein. Nach erfolgter Wasserzufuhr bleibt die Transpiration zunächst weit hinter derjenigen der Kontrollpflanze zurück, um später jedoch wieder anzusteigen. Nach einmaliger Welkung erreicht bei den Sortenxerophyten 1 und 2 die Transpirationsstärke nicht nur ihre normale Höhe wieder, sondern übertrifft diese sogar um das $1^1/_2$fache und mehr. In den Versuchsreihen mit mehrmaliger Welkung ist die Depression des Transpirationsvorganges zwar auch auf die ersten Tage nach dem Welken beschränkt, die normale Transpirationsstärke wird aber nur in wenigen Fällen wieder erreicht. Tumanow (127), welcher ähnliche Beobachtungen machte, glaubt diese Erscheinungen in Übereinstimmung mit Caldwell (24) auf das Absterben der Wurzelhaare zurückführen zu können. Es kann aber auch die gestörte Regulationsfähigkeit der Spalten die Ursache sein, denn Iljin (61) fand, daß zwar ein Teil der Spaltöffnungen ganz abstirbt, ein anderer Teil aber nur für eine Zeitlang die Fähigkeit, sich zu öffnen, verliert. Leider kann ich keine experimentellen Daten zur Klärung dieser Frage beibringen. Inwieweit hier bei den einzelnen Sorten die verschiedenen Gewichtsmengen oder Transpirationsflächen für die Höhe des absoluten Wasserverbrauchs verantwortlich zu machen sind, wird später gezeigt. Besonders hervorgehoben sei aber die Tatsache, daß unsere Sorten bei auftretendem Wassermangel nicht sofort zum Mittel der Transpirationseinschränkung greifen, sondern zunächst durch Turgeszenzverlust und durch Entfaltung höherer Saugkräfte dem immer stärker austrocknenden Boden das Wasser zu entziehen suchen. Sie scheinen das Gleichgewicht im Wasserhaushalt also nicht durch Einschränkung des Verbrauchs, sondern durch gesteigerte Fähigkeit der Aufnahme aufrecht zu erhalten. Erst später tritt andauerndes Welken und damit ein zunehmender Transpirationsrückgang ein. Es kommt jetzt also lediglich auf die Fähigkeit der Sorten an, das andauernde Welken zu überstehen. Wir werden später zu untersuchen haben, welche Unterschiede sich bei den Xerophyten und Hygrophyten im Verhalten der Transpiration vor Beginn und während des Welkens sowie in der Widerstandsfähigkeit bei dauerndem Welken ergeben.

Zum Schluß seien noch die Transpirationswerte von Gefäßversuch 4 erwähnt. In Tabelle 31 sind sowohl die Zahlen für die Verdunstungsgröße als auch für die durchschnittl. relative Luftfeuchtigkeit und die Summe der Durchschnittstemperaturen zweier aufeinander folgenden Tage im Gewächshaus und im Freien aufgeführt.[1]) Wir finden im Gewächshaus sowohl höhere Temperaturen als auch eine geringere relative Luftfeuchtigkeit und somit eine höhere Verdunstungskraft der Atmosphäre. Entsprechend der schnelleren Entwicklung im Gewächshaus ist hier der absolute Wasserverbrauch der Pflanzen im Anfang größer. Die Maximalwerte liegen auch hier wieder in der Zeit des Rispenschiebens. Später fallen die Sorten aus dem Gewächshaus gegenüber den Freilandpflanzen mit langsamerer Entwicklung deutlich ab. Die höhere Verdunstungskraft im Gewächshaus wirkt sich aber doch eindeutig in einer größeren gewichtsrelativen Transpiration aus. Denn, wie aus Tab. 32 hervorgeht, bleibt die Massenproduktion im Gewächshaus wesentlich hinter den Freilandernten zurück.

2. Die gewichts- und flächenrelative Transpiration.

Wichtiger als die Verdunstungsgröße als physikalisches Bezugsmoment sind für unsere Untersuchungen die physiologischen Bezugseinheiten, da diese eher eine Beurteilung der Beziehungen zwischen Wasserverbrauch und Leistung der Pflanze erlauben. Die Wahl des richtigen Bezugssystems ist schon oft in der Transpirationsliteratur diskutiert. (So von Walter [136], Scheibe [105], Arland [2]), so daß ich, um Wiederholungen zu vermeiden, auf eine kritische Behandlung der verschiedenen Bezugsmomente verzichten kann. Ich schließe mich dabei der Ansicht Hubers (47) an, daß sich die „Berechnung nach den besonderen jeweiligen Bedürfnissen richten und jede starre Schablone beim Organismus vermieden werden muß". Es sollen nur die gebräuchlichsten physiologischen Bezugsmomente nämlich das Frisch- und Trockengewicht sowie die Oberflächengröße der transpirierenden Pflanze behandelt und die gewichts- und flächenrelative Transpiration kritisch untersucht werden. Dabei glaube ich besonderen Wert

[1]) Es sei erwähnt, daß für diese vergleichenden Untersuchungen die Verdunstungsmesser, bevor wir sie zur Messung benutzten, erst auf ihre Übereinstimmung geprüft wurden und hier die korrigierten Werte dargestellt sind.

Tabelle 31.

	Die atmosphärischen Bedingungen						Der absolute Wasserverbrauch in ccm			
	im Freien			im Gewächshaus			im Freien		im Gewächshaus	
							Sorte		Sorte	
	Verdunstungseinheiten	Temperatursumme C°	rel. Luftfeuchtigkeit	Verdunstungseinheiten	Temperatursumme C°	rel. Luftfeuchtigkeit	1	4	1	4
Mai 16.	54,0	37,5	36,0	59,0	64,5	19,0	565	680	615	680
„ 18.	12,0	27,5	78,0	22,5	32,0	62,0	370	470	425	470
„ 20.	45,5	34,0	39,0	53,5	65,5	20,0	—	—	—	—
„ 22.	58,0	45,0	34,0	60,5	68,0	21,5	455	620	580	680
„ 24.	42,5	39,0	67,5	53,5	48,0	50,7	280	365	455	465
„ 26.	62,5	27,0	37,0	66,5	37,0	19,0	425	545	470	540
„ 28.	82,0	53,0	35,5	99,0	75,0	17,5	770	835	745	830
„ 30.	66,0	38,0	48,5	78,0	66,0	22,5	485	475	395	405
Juni 1.	67,0	34,0	55,2	77,5	68,5	22,0	590	645	630	585
„ 3.	30,0	30,0	82,5	—	35,0	78,5	270	300	325	300
„ 5.	28,0	27,0	58,0	16,0	47,0	39,0	365	410	310	335
„ 7.	37,0	34,0	56,5	44,0	58,0	30,0	420	455	515	540
„ 9.	54,5	39,0	65,0	61,5	58,5	46,5	675	745	645	670
„ 11.	48,5	43,5	34,0	79,0	76,5	19,0	750	760	725	755
„ 13.	59,0	47,0	48,0	66,5	71,0	28,0	665	685	500	575
„ 15.	66,0	44,0	46,5	75,0	66,0	32,0	815	805	800	830
„ 17.	63,0	42,0	47,0	101,0	54,0	27,0	465	530	510	535
„ 19.	64,0	53,0	69,0	102,0	41,0	31,5	730	745	740	780
„ 21.	66,0	34,5	64,5	90,0	45,5	44,0	700	685	635	640
„ 23.	22,0	29,0	63,5	33,0	46,5	41,0	335	350	255	235
„ 25.	15,0	22,0	90,0	23,0	36,0	64,5	195	220	240	250
„ 27.	13,0	25,5	74,5	21,0	38,0	58,0	225	230	200	180
„ 29.	46,0	38,5	47,5	81,0	66,5	23,5	465	630	515	525
Juli 1.	29,0	36,0	69,0	56,0	52,0	50,0	775	735	630	610
„ 3.	28,0	40,5	57,5	44,0	64,5	36,5	235	270	265	225
„ 5.	41,0	45,0	64,5	63,0	73,0	28,5	615	700	460	385
„ 7.	21,0	31,0	62,5	36,0	49,0	37,5	530	505	—	—
„ 9.	29,0	29,0	62,0	29,0	42,5	42,0	350	305	—	—
„ 11.	43,0	48,0	40,5	65,0	75,0	22,0	545	610	—	—
„ 13.	39,0	44,0	61,5	77,0	49,5	46,0	605	505	—	—
„ 15.	63,0	42,0	48,0	96,0	61,0	26,5	685	570	—	—
„ 17.	62,0	58,0	37,0	—	—	—	560	465	—	—
„ 19.	73,0	82,0	30,0	—	—	—	480	425	—	—
„ 21.	60,0	52,0	59,0	—	—	—	470	390	—	—
„ 23.	63,0	53,0	56,5	—	—	—	340	—	—	—
„ 25.	33,0	35,0	72,5	—	—	—	—	—	—	—

auf die Zusammenhänge zwischen Transpiration der Gewichtseinheit, Oberflächenentwicklung und Transpiration der Flächeneinheit, sowie auf die Berücksichtigung des Entwicklungsstadiums der Sorten legen zu müssen.

a) Die Produktivität der Transpiration.

Bei der Untersuchung der Beziehungen zwischen absolutem Wasserverbrauch und gebildeter Trockensubstanz möchte ich nicht wie in den Arbeiten von Briggs und Shantz (16), v. Seelhorst (113), Remy (94) u. a. den absoluten Wasserverbrauch auf die Einheit Trockensubstanz beziehen, sondern umgekehrt die Trockensubstanz in Gramm auf 1 l transpirierter Wassermenge. Diese Beziehung, welche durch die russischen Arbeiten besonders von Maximow (69) als „Produktivität der Transpiration" (efficiency of transpiration) bekannt geworden ist, kann man als physiologisch richtiger bezeichnen. Denn die Trockensubstanzanhäufung ist eher eine Funktion des sowohl für die Nährstoffzufuhr als auch für die Assimilation wichtigen Transpirationsstromes als umgekehrt. Maximow (70) gibt in seinem, schon eingangs erwähnten, ausgezeichneten Werk über die Beziehungen der Pflanzen zum Wasser eine eingehende Darstellung und Übersicht eigener und von anderen Forschern ausgeführter Untersuchungen, die sich mit den Beziehungen zwischen Dürreresistenz und Produktivität der Transpiration (bezw. Transpirationskoëffizient) befassen. Er kommt zu dem zusammenfassenden Ergebnis, daß eine direkte Beziehung zwischen der Produktivität der Transpiration und dem Grad der Dürreresistenz zwar nicht besteht, aber andererseits doch dieses Bezugsmoment für die physiologische Charakteristik beim Vergleich von verschiedenen Arten wertvolle Dienste leisten kann. Es wird nämlich damit die Beziehung zwischen den beiden wichtigsten Vorgängen im Pflanzenleben ausgedrückt, der Transpiration und Assimilation. Sehr wertvoll sind die Ergebnisse von Tulaikow (126) und Kiesselbach (58), welche die Produktivität der Transpiration bei verschiedenen Varietäten von Getreide untersuchen und feststellen, daß dieser Größe als Züchtungsmoment keine Bedeutung beigemessen werden kann. „The attempt to select a variety or race of any given species (wheat, barley, oats usw.), that under all conditions of growth would be characterized a strongly marked capacity to develop with a small amount

of water, can hardly be succesfull" (Tulaikow). Je nach den Außenbedingungen variiert das Verhältnis Trockensubstanz: transpirierter Wassermenge stark. So bewirkt z. B. höhere Temperatur meist eine geringere Produktivität. Dagegen scheinen Bodenfeuchtigkeit und Nährstoffvorrat im Boden die Produktivität sowohl zu erhöhen als auch zu erniedrigen. Jedenfalls ist auf Grund der in der Literatur vorliegenden Befunde keine Beziehung zwischen der Produktivität der Transpiration und Xerophytismus zu erwarten. Die eigenen Ergebnisse, wie sie in Tabelle 32 aufgeführt werden, bestätigen diese von verschiedenen Seiten gemachten Erfahrungen. Wir haben die Produktivität der Transpiration sowohl für die gesamte oberirdische[1]) Substanz als auch für die Kornerträge errechnet.

Mit zunehmender Bodentrockenheit nimmt die Produktivität der Transpiration zu, dagegen wird sie geringer bei höherer Temperatur und Lufttrockenheit. Ich glaube, daß im Gefäßversuch 4 der Rückgang in der Produktivität auch auf die schlechteren Assimilationsbedingungen im Gewächshaus zurückzuführen ist. Die starke Abhängigkeit des Trockensubstanz-Transpirationsverhältnisses von den Wachstumsbedingungen kommt in den Ergebnissen des Gefäßversuchs mit verschiedener N-Düngung und Bodenfeuchtigkeit gut zum Ausdruck. Größere Bodenfeuchtigkeit bewirkt auch hier geringere Produktivität, jedoch nehmen diese Unterschiede zwischen extrem trocken und feucht um so mehr ab, je stärker die N-Düngung ist. So finden wir sogar bei Düngung mit einer Nährstoffeinheit Stickstoff bei steigender Bodenfeuchtigkeit gleiche bezw. ansteigende Transpirationszahlen. Auch in der Abhängigkeit der Produktivität von der Nährstoffkonzentration scheint es ein Optimum zu geben, bis zu dem die Werte ansteigen, denn bei 8 Nährstoffeinheiten hat die Transpirationsleistung deutlich abgenommen. Das würde aber mit anderen Worten heißen: Düngung wirkt nur bis zu einem gewissen Konzentrationsgrad wassersparend.

Es ist auch nicht gleichgültig, ob wir die Transpiration auf die Gesamttrockensubstanz oder die Kornerträge beziehen. Es gehen die Relativzahlen der Transpiration für die Gesamttrocken-

[1]) Die Wurzeltrockengewichte der Endernte wurden nicht mit einbezogen, da diese bereits bei der Ernte einen starken Gewichtsverlust erlitten haben.

Tabelle 32.
Die Produktivität der Transpiration.

Sorte			Absoluter Wasserverbrauch in l	Trockensubstanz in g		Produktivität der Transpiration	
				oberird. Masse	Korn	oberird. Masse	Korn
Gefäßversuch 2. 1929. Gewelkt.	Feucht	1	47,0	134,5	56,0	2,86	1,19
		2	41,7	132,0	53,3	3,17	1,28
		3	45,5	136,0	57,0	2,99	1,25
		4	44,0	138,0	50,7	3,14	1,16
		5	45,0	139,0	51,1	3,09	1,14
	1 ×	1	49,8	140,5	59,0	2,82	1,19
		2	42,0	129,0	53,7	3,35	1,28
		3	41,7	126,5	49,5	3,04	1,19
		4	44,2	131,0	50,5	2,96	1,14
		5	39,0	124,5	47,0	3,20	1,21
	2 ×	1	35,7	116,1	49,5	3,26	1,39
		2	34,7	114,5	49,4	3,30	1,42
		3	36,6	121,0	49,4	3,31	1,35
		4	37,3	116,1	45,8	3,11	1,23
		5	33,8	110,8	44,8	3,27	1,32
	3 ×	1	23,0	85,4	25,4	3,72	1,10
		2	24,7	94,3	34,0	3,82	1,38
		3	27,0	99,5	35,4	3,69	1,31
		4	26,4	88,0	24,9	3,34	0,94
		5	23,4	80,2	20,4	3,42	0,87
	Trocken	1	25,7	89,0	37,5	3,46	1,46
		2	23,0	89,6	38,0	3,90	1,65
		3	23,8	92,0	36,2	3,87	1,52
		4	24,9	97,4	37,7	3,91	1,51
		5	24,9	93,1	37,4	3,74	1,50
Gefäßversuch 1. 1928. Leichter Sand	Trocken	1	49,3	139,7	55,5	2,83	1,13
		3	48,3	137,2	51,2	2,84	1,06
		4	52,0	146,7	53,8	2,82	1,04
	Wechselnd	1	23,6	88,1	28,8	3,74	1,22
		3	23,0	94,6	25,9	4,11	1,13
		4	24,4	86,7	25,2	3,55	1,03
	Feucht	1	21,9	82,7	33,4	3,96	1,60
		3	23,3	93,5	31,8	4,00	1,36
		4	23,9	85,0	31,2	3,55	1,30
Schw. Lehmboden	Feucht		47,6	169.1	70,0	3,54	1,47
	Wechselnd		23,1	114,7	43,0	4,96	1,86
	Trocken		20,8	93,2	42,4	4,48	2,04

Noch Tabelle 32.

	Sorte bezw. Bodenfeuchtigkeit		Absoluter Wasserverbrauch in l	Trockensubstanz in g		Produktivität der Transpiration	
				oberird. Masse	Korn	oberird. Masse	Korn
Gefäßversuch 3.	Viel Wasser	1	29,5	87,0	30,7	2,95	1,04
		4	28,8	85,1	29,4	2,95	1,02
	Viel-wenig	1	18,5	64,5	20,0	3,49	1,08
		4	17,2	63,5	14,2	3,70	0,83
	Wenig Wasser	1	12,7	32,0	10,1	2,52	0,79
		4	13,0	41,7	13,9	3,20	1,07
	Wenig-viel	1	21,9	61,2	24,1	2,79	1,10
		4	21,2	59,9	22,6	2,82	1,07
Gefäßversuch 4.	Im Freien	1	17,2	46,0	19,4	2,68	1,13
		4	17,8	50,7	18,4	2,85	1,03
	Im Gewächshaus	1	12,6	18,4	12,5	1,46	0,99
		4	13,0	20,9	10,3	1,61	0,79
Gefäßversuch mit steigenden N-Gaben und verschiedener Bodenfeuchtigkeit.	Trocken	I	5,8	8,84	2,72	1,52	0,469
	0 ↓	II	8,0	10,25	3,18	1,28	0,398
		III	9,3	9,86	3,01	1,06	0,324
	Feucht	IV	13,4	10,69	3,52	0,798	0,263
	1/8	I	9,8	20,75	7,51	2,12	0,765
		II	12,6	21,10	6,95	1,675	0,551
		III	14,4	23,70	8,50	1,645	0,59
		IV	19,4	26,40	9,14	1,360	0,47
	1/4	I	11,5	25,85	10,0	2,25	0,870
		II	15,1	28,5	10,7	1,89	0,709
		III	19,9	35,4	12,9	1,78	0,649
		IV	25,7	43,3	15,2	1,685	0,591
	1/2	I	13,0	32,4	12,95	2,50	0,995
		II	17,2	40,0	14,72	2,33	0,855
		III	23,0	47,0	16,6	2,04	0,722
		IV	29,7	58,0	21,15	1,95	0,710
	1	I	15,3	34,0	11,86	2,22	0,776
		II	20,7	46,0	20,45	2,22	0,990
		III	26,5	58,9	24,3	2,23	0,916
		IV	35,8	80,90	31,5	2,26	0,880
	2	I	13,4	32,2	12,55	2,41	0,94
		II	21,4	47,8	18,32	2,24	0,856
		III	31,0	65,6	23,15	2,12	0,746
		IV	40,1	94,9	38,9	2,36	0,970
	4	I	5,4	15,35	4,30	2,84	0,796
		II	11,5	33,1	10,82	2,88	0,941
		III	24,6	56,8	18,39	2,31	0,747
		IV	36,4	106,8	35,4	2,94	0,974
	8	I	—	—	—	—	—
		II	—	—	—	—	—
		III	—	—	—	—	—
		IV	17,0	40,0	9,75	2,35	0,574

substanz und Kornmenge durchaus nicht immer parallel, wie dies aus dem Düngungsversuch hervorgeht. Die Tatsache ist an sich nicht verwunderlich, wenn man berücksichtigt, daß das Korn-Strohverhältnis durch Düngung und Wasser verändert werden kann (Vgl. auch Tornau und K. Meyer [125]). Wir haben schon früher auf ein engeres Korn-Strohverhältnis unserer Sortenxerophyten besonders in den Versuchsserien mit gestörten bezw. extremen Wasserverhältnissen hingewiesen. Daher zeigt auch die Transpiration bezogen auf die Kornerträge in diesen Versuchsreihen gewisse Hinweise auf den Xerophytismus dieser Sorten. So ist die Produktion der trockenresistenten Sorten 1—3 in den Welkeversuchen durchweg größer als die der nichttrockenresistenten; ebenso ist Pflugs Frühhafer in den Versuchen 1, 3 und 4 dem Probsteier überlegen. Auf die Gesamttrockensubstanz bezogen, geben dagegen die Relativzahlen der Transpiration in den Reihen mit normaler Wasserversorgung keine Hinweise auf die Dürreresistenz der Sorten. In den Versuchsreihen, wo es zeitweise an Wasser fehlte, läßt sich — wie Opitz und Rathsack (87) beobachteten — die Tendenz einer höheren Transpirationsleistung bei den Xerophyten wohl erkennen, so besonders nach mehrmaliger Welkung und 1928 bei wechselnder Bodenfeuchtigkeit. Verhältnismäßig sparsam geht von Kalbens Vienauer in allen Versuchsreihen mit dem Wasser um, eine Tatsache, die auch Thomas (123), Opitz und Rathsack (87) feststellten. Dagegen ist die Produktivität von Pflugs Frühhafer außerordentlich gering, ebenso bleibt Kirsches Gelb — wenigstens im Versuchsjahre 1929 — hinter Probsteier zurück.

Das Ansteigen und Fallen der relativen Transpirationswerte bei verschiedener Bodenfeuchtigkeit, Bodenart und Nährstoffkonzentration läßt die Annahme zu, daß die Sorten, sowohl die Xerophyten als auch Hygrophyten, bei Wasserreichtum oder geringen Widerständen der Wasseraufnahme mit dem Wasser eine Art Luxuskonsum treiben. Jedenfalls ist der Wasserverbrauch größer, als für die Nährstoffversorgung notwendig wäre. Erst bei starkem Wassermangel, wie in unseren Versuchsreihen mit mehreren Welkeperioden oder in den extremen Verhältnissen des Gewächshauses entfallen bei den Sortenxerophyten auf die gleiche Menge transpirierten Wassers höhere Trockensubstanzwerte als bei den Hygrophyten. Es kann dies vielleicht ein Hinweis darauf sein,

daß der Assimilationsprozeß der Xerophyten unter den die Wasserbilanz gefährdenden Verhältnissen weniger starken Störungen ausgesetzt war.

b) Die Transpiration als Kriterium der Dürreresistenz.

In sortenökologischen Untersuchungen ist die Reduktion der absoluten Transpirationswerte auf das Frischgewicht der Pflanze allgemein gebräuchlich. Jedoch herrscht noch keine Übereinstimmung darüber, ob man von den Xerophyten eine höhere oder geringere Tanspiration auf die Einheit Frischgewicht erwarten darf. Während die Untersuchungen Scheibes (105) für eine stärkere Xerophytentranspiration sprechen, tritt neuerdings Arland (2) entschieden für eine geringere Transpiration der Xerophyten ein. Ich halte es für außerordentlich bedenklich, auf Grund des Verhältnisses Transpiration: Frischgewicht mehr oder weniger schablonenhaft auf den Grad des Xerophytismus schließen zu wollen. Besonders scheint dieses Vorgehen dann gewagt, wenn man nicht kontinuierlich den Entwicklungsverlauf verfolgt, sondern ohne Berücksichtigung des Entwicklungsrhythmus Augenblickswerte als Maßstab zugrunde legt.

Innerhalb der Grenzen der osmotischen Leistungsfähigkeit der Pflanze besagt die Transpirationsgröße nichts über die Dürreresistenz. Die Größe der Wasserdurchströmung ist in diesem Falle umgekehrt proportional dem Leistungswiderstand. Erst wenn der Boden der Aufnahme des Wassers durch die Pflanze hohen Widerstand leistet, wird die Wasserdurchströmung noch wesentlich durch den Saugkraftunterschied zwischen transpirierenden Teilen und dem Boden bedingt sein. Es ist nicht anzunehmen, daß die Xerophyten, bevor sie die Grenze ihrer osmotischen Leistungsfähigkeit erreicht haben, sich durch größere Transpirationseinschränkung auszeichnen werden. Das Transpirationsvermögen wird bei diesen eher größer sein als bei den Hygrophyten, besonders wenn wir den Xerophyten ein Leistungssystem mit geringeren inneren Widerständen zuschreiben. Huber (47), welcher das ganze Wasserleitungssystem der Pflanze einer kritischen Betrachtung unterzieht, kommt zu dem bemerkenswerten Ergebnis, daß eine Pflanze mit xeromorphem Bau und einer größeren Leitfähigkeit durch dieselbe Transpirationseinschränkung eine bedeutend

geringere Saugkraftersparnis erzielt als eine hygromorphe Pflanze. Infolge der höheren osmotischen Leistungsfähigkeit „sehen wir xerophil höher angepaßte Pflanzen erst später zu einer Transpirationseinschränkung greifen, als weniger angepaßte, so daß in einem Bereich mittlerer Erschwerung der Wasserversorgung Xerophyten mehr transpirieren als Mesophyten (S. 115)." Wir haben aber früher bei Besprechung der anatomischen Merkmale gesehen, daß wir eine eingehende Kenntnis des Wasserleitungssystems, wie sie zu einer richtigen Bewertung des Transpirationsvermögens notwendig ist, noch nicht besitzen. Bevor uns aber ein sicherer Maßstab für die Beurteilung der inneren Widerstände in den Pflanzen fehlt, muß es als unmöglich erscheinen, die Transpirationsgrößen mit den Wasseransprüchen unserer Kulturpflanzen in Zusammenhang zu bringen. Es kommt weiterhin noch als ebenso wichtiges Argument gegen die Transpirationsgröße als Kriterium der Dürreresistenz hinzu, daß — wie aus neueren botanischen Arbeiten hervorgeht — sich die Transpiration vielmehr nach den Assimilationsbedingungen als nach den Feuchtigkeitsverhältnissen richtet. Die Pflanze ist in erster Linie bestrebt, den Assimilationsprozeß selbst um den Preis eines größeren Wasserverlustes aufrecht zu erhalten; erst äußerst ungünstige Feuchtigkeitsverhältnisse zwingen sie zur Transpirationseinschränkung und damit zum Assimilationsstillstand. Wir konnten hereits ein ähnliches Verhalten der Pflanze im absoluten Wasserverbrauch während des Welkens erkennen.

Aus diesen grundsätzlichen Erwägungen heraus vermag ich Arlands Ansicht nicht unbedingt zu folgen, wenn er Sorten mit hoher Transpirationsgröße und demgemäß großem Wasserbedürfnis als nicht für trockene Böden und jene Gegenden, in welchen durch starke austrocknende Winde die Transpiration beträchtlich erhöht wird, geeignet hält. Die Transpirationsgröße wird erst dann von Bedeutung sein, wenn sich die Pflanze im andauernden Welken befindet und eine Wasseraufnahme aus dem Boden nicht mehr möglich ist. Denn dann entscheidet die Intensität der Transpiration über die Abnahme des Wassergehalts. Ob aber bei unseren Klimaverhältnissen die an sich xerophilen Getreidearten zu dieser äußersten Maßnahme gezwungen werden, muß zweifelhaft erscheinen. Bei den viel häufiger auftretenden geringen Schwankungen im Sättigungszustand des Protoplasmas

wird aber die Pflanze eher durch größere Wasserverluste und die dadurch freiwerdenden Saugkräfte das Gleichgewicht wieder herstellen, als ihre Spaltöffnungen schließen. Inwieweit aber die Arlandsche Methode diesen Tatsachen dadurch entgegenkommt, daß sie die Höhe der Transpiration bei völliger Wasserentziehung feststellt, muß noch nachgewiesen werden.

Wenn aus allen diesen Gründen die Transpirationsgröße nicht als sicherer Maßstab für die Bewertung der Dürreresistenz in Frage kommen kann, so ist es aber doch wertvoll, um event. charakteristische Züge der Xerophyten zu erkennen, die Transpirationsverhältnisse der Sorten zu analysieren. Wir haben schon früher gezeigt, daß die besonderen morphologischen und anatomischen Merkmale unserer Sortenxerophyten die Annahme einer höheren Assimilationsenergie derselben sehr wahrscheinlich machen. Die besseren Durchlüftungseinrichtungen der xeromorphen Blätter werden aber nur dann im Sinne einer höheren Assimilationsintensität wirken, wenn eine intensivere Wasserdurchströmung durch die Blätter stattfindet. Nur durch höhere Flächentranspiration kann bei der geringeren Oberflächenentwicklung der Xerophyten die gleichwertige bezw. sogar höhere Assimilationsleistung erklärt werden. Daß daher eine gewisse Gegensätzlichkeit zwischen Oberflächenausdehnung und Transpiration der Flächeneinheit besteht, zeigte bereits Huber (47) an Hand der Zahlen, welche Stocker (122) bei Transpirationsversuchen mit norddeutschen Moor- und Heidepflanzen erhielt. Auch Maximow (69) äußert sich in ähnlichem Sinne, indem er sagt: „Wenn demnach die Xerophyten ihre Transpiration einschränken, so geschieht dies infolge allgemeiner Reduktion der Blattflächen, nicht aber durch Herabsetzung der Transpirationsintensität auf die Flächeneinheit; ein größerer Schutz der Epidermis gegen Wasserverluste spielt dabei keine Rolle". Diese Tatsachen weisen aber darauf hin, daß wir uns nicht mit einer einfachen Darstellung der frischgewichtsrelativen[1]) Tran-

[1]) Es sei noch bemerkt, daß das Frischgewicht nur als Ersatz für die theoretisch einwandfreiere Volumeneinheit als Bezugssystem zu verstehen ist. Bei Pflanzen mit ähnlichem Bau mag die Reduktion auf das Lebendgewicht vielleicht keine allzugroße Fehlerquelle darstellen, obwohl vergleichende Versuche darüber noch kaum vorliegen. Das Frischgewicht bietet versuchstechnisch so große Vorteile, daß man sich allgemein leicht und gern zur Einführung entschloß.

spiration begnügen dürfen, sondern die Teilfaktoren, nämlich Oberflächenentwicklung und Flächentranspiration für die Beurteilung des Wasserverbrauchs gleicher Pflanzenmassen heranziehen müssen. Wie wir schon gesehen haben, besteht zwischen diesen Größen die Beziehung

$$\frac{\text{Transpiration (t)}}{\text{Gewicht (g)}} = \frac{\text{Transp. (t)}}{\text{Oberfl. (fl)}} \cdot \frac{\text{Oberfl. (fl)}}{\text{Gewicht (g)}}$$

Wir werden nun zu untersuchen haben, auf welche Weise das Produkt $\frac{t}{g}$ zustande kommt. Dazu möchte ich kurz noch einmal auf die früheren Ausführungen über die Oberflächenentwicklung unserer Sorten zurückgreifen. Durch Berechnung des Blattanteils an der Gesamtmasse konnten wir feststellen, daß unsere Versuchssorten mit geringerer Blattzahl je Halm durchweg eine geringere Oberflächenentwicklung besitzen. Um nun eine feste Rangordnung in der Oberflächenentwicklung der Pflanze zu erhalten, habe ich bei den verschiedenen Berechnungsweisen des Blattanteils (Tab. 20) die einzelnen Sorten der Reihe nach geordnet (höchster Blattanteil = 1 bis niedrigster Blattanteil = 5) und in folgender Übersicht zusammengestellt, wie oft die einzelnen Sorten in den verschiedenen 5 Klassen vorkommen.

Tabelle 33.

		Rangordnung.				
	höchster →					niedrigster Blattanteil
		1	2	3	4	5
	Sorte					
feucht	1	—	1	5	4	2
	2	—	—	2	1	9
	3	2	2	2	5	1
	4	9	2	1	—	—
	5	1	7	2	2	—
trocken	1	3	4	4	4	1
	2	—	1	—	2	9
	3	2	1	1	7	1
	4	6	1	3	1	1
	5	1	5	4	1	1

Es ergibt sich bei einer Anordnung der Sorten in steigender Tendenz folgendes Bild:

feucht: v. Kalbens Vienauer, Pflugs Früh, Kirsches Gelb, Friedrichswerther Berg, Probsteier Hafer.

trocken: v. Kalbens Vienauer, Kirsches Gelb. Pflugs Früh, Friedrichswerther Berg, Probsteier.

Die Untersuchung des Feldbestandes ergibt an Hand von Tabelle 20a:

v. Kalbens Vienauer, Pflugs Früh, Kirsches Gelb, Friedrichswerther Berg, Probsteier.

Wir untersuchen nun die Transpiration pro Einheit Frischgewicht und Fläche. Hierbei können wir verschiedene Wege gehen, indem wir einmal die Transpirationswerte auf den Zeitpunkt beziehen, an dem das Frischgewicht bezw. die Oberfläche bestimmt wurde, zum anderen aber, indem wir kontinuierlich für die ganze Vegetationsperiode den absoluten Wasserverbrauch als Funktion der steigenden Frischgewichte und Flächen darstellen. Wir untersuchen zunächst die erste Möglichkeit.

In Tabelle 34 sind die Transpirationswerte am Tag der verschiedenen Ernten sowie einen Tag vor und nach derselben aufgeführt. Die Oberflächenentwicklung $\frac{fl}{g}$ ist aus der Gleichung $\frac{t}{g} = \frac{fl}{t} \times \frac{fl}{g}$ errechnet. Wir erhalten eine ähnliche Rangordnung im Grad der Oberflächenausdehnung der Sorten, wie wir sie auf direktem Wege durch morphologische Untersuchung ermittelten. Die Flächentranspiration scheint bei den Sortenxerophyten größer zu sein. Bei der Reduktion auf das Gesamtfrischgewicht erhalten wir die höchste Transpiration bei Sorte 1 und die geringste bei Sorte 2. Dagegen ergibt die Transpiration je Einheit Blattfrischgewicht eindeutig höhere Werte bei den Xerophyten, wie sowohl aus den mehrtägigen Transpirationswerten als auch bei Reduktion auf den Gesamtwasserverbrauch hervorgeht (Tab. 34a). Dieses Ergebnis war zu erwarten, nachdem wir früher schon festgestellt haben, daß die Blattgewichte als Maß der Flächenausdehnung brauchbar sind.

Noch anschaulicher wird das Bild, wenn wir uns der graphischen Darstellung bedienen und den absoluten Wasserverbrauch als Funktion des Frischgewichtes[1]) und der Oberfläche darstellen. Was die

[1]) Es sind die mit zunehmender Reife abfallenden Frischgewichte nicht mit einbezogen, da die absterbenden Blätter und Pflanzenteile keinen regulativen Einfluß auf die Transpiration mehr ausüben.

Tabelle 34.

Sorte	Datum	Feucht: Absoluter Wasserverbrauch in g	Feucht: Frischgewicht in g	Feucht: Oberfläche in qcm	Feucht: t/g	Feucht: t/fl	Feucht: fl/g	Trocken: Absoluter Wasserverbrauch in g	Trocken: Frischgewicht in g	Trocken: Oberfläche in qcm	Trocken: t/g	Trocken: t/fl	Trocken: fl/g	Transpiration: Blattfrischgewicht feucht	Transpiration: Blattfrischgewicht trocken
1	23. V.	1994	85,5	—	23,3	—	—	1646	56,0	—	29,40	—	—	88,0	76,1
	4. VI	2839	290,0	5 260	9,79	0,539	18,2	1552	190,0	5180	8,20	0,301	27,2	37,4	26,6
	18. VI.	7690	525,0	12 700	14,61	0,605	24,2	3559	268,0	6460	13,25	0,553	24,0	55,0	54,6
2	23. V.	2079	104,8	—	19,80	—	—	1873	87,5	—	21,4	—	—	81,6	83,1
	4. VI.	2864	332,0	6 780	8,62	0,422	20,4	1408	196,0	5200	7,20	0,271	26,6	37,2	26,7
	18. VI.	6518	555,0	12 270	11,70	0,530	22,1	3520	280,0	5320	12,50	0,662	18,9	60,6	62,4
3	23. V.	1939	88,5	—	21,9	—	—	1864	70,8	—	26,30	—	—	72,3	68,0
	4. VI.	2840	329,0	5 540	8,64	0,514	16,8	1556	229,0	4240	6,79	0,366	18,6	27,7	22,6
	18. VI.	7255	582,0	14 600	12,50	0,498	25,1	3598	296,0	7380	12,10	0,486	24,9	52,6	49,4
4	23. V.	2171	114,3	—	20,80	—	—	2042	90,8	—	22,50	—	—	65,4	86,0
	4. VI.	2838	303,0	6 420	9,37	0,442	21,2	1582	241,0	5580	6,56	0,283	23,2	28,8	19,3
	18. VI.	6549	492,0	15 260	13,30	0,429	31,0	3529	294,0	8340	12,00	0,424	28,3	45,4	42,8
5	23. V.	2076	81,5	—	25,50	—	—	2387	99,0	—	24,10	—	—	87,2	10,8
	4. VI.	2587	280,0	6 740	9,24	0,384	24,0	1593	232,0	5960	6,87	0,268	25,6	32,0	20,8
	18. VI.	5905	502,0	1 350	11,75	0,437	26,9	3315	300,0	8140	11,10	0,406	27,4	43,1	42,6

Tabelle 34a.
Der Wasserverbrauch als Funktion des Blattfrischgewichts.

	Feucht			Trocken		
	Absoluter Wasserverbrauch	Blattfrischgewicht in g	$\frac{t}{g}$	Absoluter Wasserverbrauch	Blattfrischgewicht in g	$\frac{t}{g}$
bis 23. V.	2 914	22,7	128,0	1 169	21,6	54,0
„ 4. VI.	8 764	75,9	115,5	5 984	58,1	103,0
„ 18. VI.	21 403	139,4	153,5	12 874	65,0	198,0
bis 23. V.	3 097	25,4	122,0	1 495	22,5	66,5
„ 4. VI.	8 998	77,0	116,6	6 227	52,8	117,8
„ 18. VI.	20 435	107,8	190,0	12 918	56,5	229,0
bis 23. V.	2 979	26,8	111,0	1 443	27,4	52,7
„ 4. VI.	8 573	102,6	83,6	6 180	68,4	90,5
„ 18. VI.	19 987	137,6	145,0	13 189	72,5	182,0
bis 23. V.	3 374	33,2	101,5	2 022	23,9	84,5
„ 4. VI.	9 288	98,4	99,0	6 981	82,2	84,9
„ 18. VI.	20 453	144,1	141,5	13 710	82,3	166,2
bis 23. V.	3 265	23,7	137,8	2 303	22,0	104,5
„ 4. VI.	8 700	80,7	107,9	7 535	76,6	98,4
„ 18. VI.	19 620	136,7	143,6	14 309	77,4	185,0

Reduktion auf die Oberfläche anbetrifft, so kann natürlich diese Berechnungsweise nur approximativ die tatsächlichen Verhältnisse wiedergeben. Es ist noch eine offene Frage, wie weit wir bei Zusammenstellung solcher, über eine längere Zeit sich erstreckenden Transpirationswerte mit Flächenporportionalität rechnen dürfen. Bei ruhiger Luft würde Stefan (121) und Renner (95) zufolge die Verdunstung eher dem Umfang als der Fläche folgen. Wir können aber bei unseren Versuchen, die besonders während der Tageszeiten mit hoher Verdunstungskraft im Freien standen, mehr oder weniger bewegte Luft annehmen. Unter diesen Bedingungen ist aber die Form und Größe der Blätter gleichgültig. (Benecke 11.) Ich glaube, daß bei vergleichenden Versuchen innerhalb einer Getreideart die relativ geringen Abweichungen in der Größe und Form kaum eine Rolle für den Vergleich der

Transpirationswerte spielen. Eine bedeutend wichtigere Fehlerquelle scheinen mir die verschiedenen Bestandsdichten der Sorten und die infolgedessen verschiedenen Temperaturverhältnisse in den Beständen zu sein. Wir fanden z. B. bei Temperaturmessungen im Bereich der oberen Blätter bei den Xerophyten niedrigere Werte als bei den Hygrophyten.

Wenn diese Zusammenhänge auch noch nicht ganz geklärt sind, so erhalten wir aber doch aus der Reduktion der Transpiration auf die Blattoberfläche einen gewissen Einblick in die Wirkungsweise der transpirierenden Systeme als Transpirationswiderstände.[1])

Wir sehen, (Abb. 8) daß die einzelnen Sorten sich sowohl in der flächen- als auch frischgewichtsrelativen Transpiration deutlich unterscheiden. Besonders auffallend sind die Unterschiede bei der Transpiration als Funktion der Blattfläche. Pflugs Früh und v. Kalbens Vienauer erreichen mit ihrer geringeren Gesamtoberfläche die gleiche Transpirationsgröße wie Friedrichswerther Berg und Probsteier. Jene Sorten besitzen also eine höhere Flächentranspiration als diese. Bei der Reduktion auf das Frischgewicht zeichnen sich bei ausreichender Bodenfeuchtigkeit die Sorten Pflugs Früh, Probsteier und Friedrichswerther Berg durch hohe Transpiration pro Einheit Frischgewicht aus, während v. Kalbens Vienauer und Kirsches Gelb geringere Quotienten aufweisen. Bei Bodentrockenheit tritt insofern eine Verschiebung ein, als nun auch v. Kalbens Vienauer am Anfang der Reihe steht.

Was bedeutet dieser Verlauf der einzelnen Linien nun für die Oberflächenentwicklung? In der Zeichnung 9 sind die Schaulinien so eingezeichnet, daß für gleiche Transpirationswerte die Oberfläche als Ordinate und die Frischgewichte als Abszisse dargestellt wurden (entsprechend der Beziehung $\frac{t}{g} = \frac{fl}{t} \times \frac{fl}{g}$). Wir erkennen jetzt, daß v. Kalbens Vienauer, Pflugs Früh und Kirsches Gelb eine geringere Oberflächenentwicklung besitzen als die übrigen Sorten. Zunächst auffallend ist das Ergebnis bei geringer Boden-

[1]) Daß die Schaulinien einen Kurvenverlauf im Sinne der Seyboldschen Exponentialgleichung $V = k \cdot F^n$ (V = Verdunstung, F = Fläche) andeuten, sei nur nebenbei erwähnt (318). Eine mathematische Behandlung läßt jedoch unser Material nicht zu.

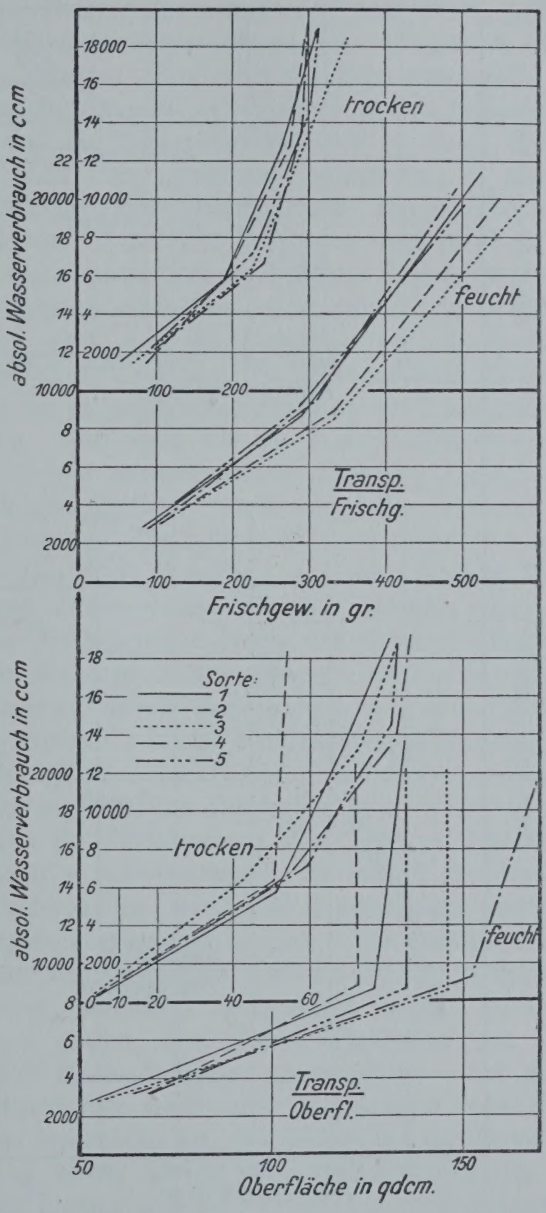

absol. Wasserverbrauch in ccm
trocken
feucht
Transp.
Frischg.
Frischgew. in gr.
Sorte:
1
2
3
4
5
trocken
feucht
Transp.
Oberfl.
Oberfläche in qdcm.

Abb. 8.

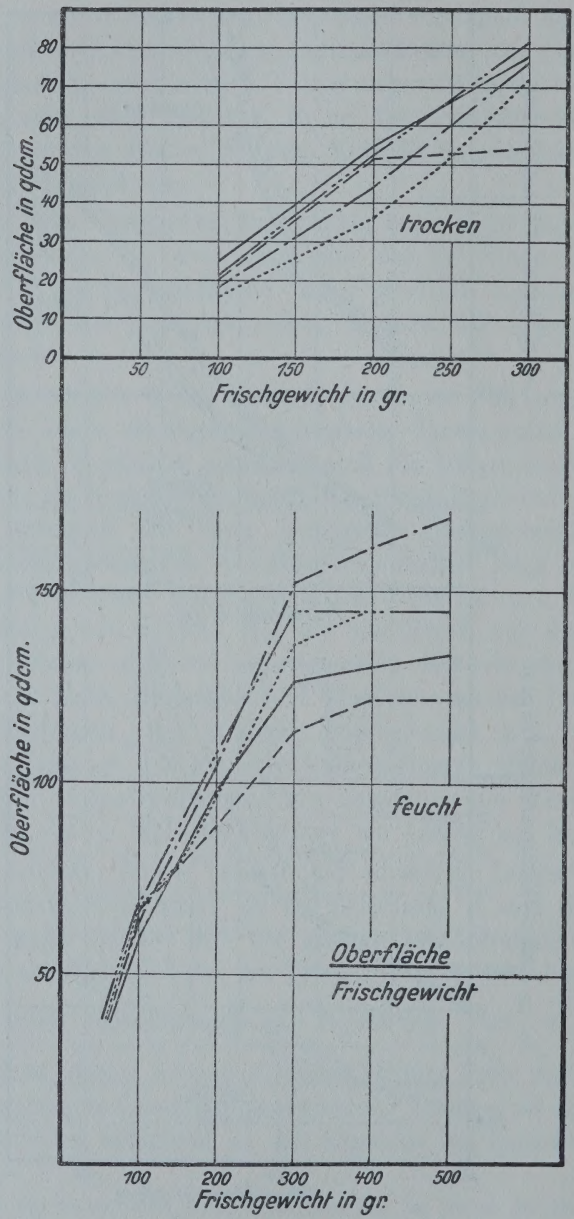

Oberfläche in qdcm.
80
70
60
50
40
30
20
10
0
50
100
150
200
250
300
Frischgewicht in gr.
trocken
Oberfläche in qdcm.
150
100
50
100
200
300
400
500
Frischgewicht in gr.
feucht
Oberfläche
Frischgewicht

Abb. 9.

feuchtigkeit. Hier zeigen nur Sorte 2 und 3 die geringe Oberflächenentwicklung, während Pflugs Früh eine größere Oberflächenausdehnung aufweist. Eine ähnliche Verschiebung in der Rangordnung stellten wir auch schon durch direkte Messung fest. Ich nehme an, daß die Versuchsbedingungen in dieser Versuchsreihe schon sehr stark vom „Normalen" abweichen, so daß hierdurch die objektive Beurteilung erschwert wird. Die größere Oberflächenentwicklung von Pflugs Früh kann aber wohl einwandfrei auf die in dieser Versuchsserie bedeutend höhere Halmzahl, besonders in der ersten Entwicklungshälfte zurückgeführt werden. Diese Beispiele zeigen aber, daß die Reduktion auf die Einheit Frischgewicht sowohl als Kriterium der Dürreresistenz als auch für die Beurteilung der physiologischen Leistung des Transpirationsstromes nichts besagt. Erst wenn wir das Transpirationsvermögen analysieren, decken wir charakteristische Züge der ökologisch-differenzierten Sortengruppen auf. Sortenxerophyten scheinen unter normalen Verhältnissen eine höhere Flächentranspiration zu besitzen.

Wir wollen diese ökologisch und physiologisch bedeutsamen Feststellungen durch weitere Beispiele belegen. Man mag vielleicht gegen die Wägungsmethode des Gefäßversuchs einwenden, daß sie für derartige Untersuchungen nicht geeignet ist, da die nicht ganz auszuschaltende Bodenverdunstung und ungleiche Selbstbeschattung, ferner die infolge der Dunstkuppenbildung stattfindende ungleiche Transpiration der Pflanze eines Gefäßes, sowie die anormal hohe Bodenerwärmung die Ergebnisse stark beeinflussen können. Gewiß besitzt der Gefäßversuch diese Mängel, jedoch halte ich diese für nicht so schwerwiegend. Es kommt nur darauf an, daß man die Fehlerquellen kennt und ihnen durch sorgfältiges Bemühen entgegenzuarbeiten versucht. Wir haben aber dennoch sehr begrüßt, daß neuerdings Arland (2) eine elegante Methode der Transpirationsmessung im Freiland zeigte. Dadurch waren wir in Stand gesetzt, nun unsere Ergebnisse aus den Gefäßversuchen mit Freilandpflanzen nachzuprüfen. Auf die Anwelkmethode braucht hier nicht näher eingegangen zu werden, da sie ja des öfteren beschrieben ist. Wir hielten uns bei der methodischen Durchführung streng an die Vorschriften Arlands. Als Versuchsmaterial dienten uns die Pflanzen aus dem früher erwähnten Sortenfeldversuch. Die während der Transpirationszeit herrschenden Außenbedingungen bestimmten wir durch Messung der Tempe-

ratur, der relativen Luftfeuchtigkeit (mit Hilfe eines Haarhygrometers), der Windgeschwindigkeit und der Lichtintensität (durch Graukeilphotometer von Eder-Hecht). In der folgenden Übersicht sind die Durchschnittswerte während eines Tages angegeben, und zwar berechneten wir die Transpirationswerte pro 100 g Frischgewicht für die einzelnen Sorten in Prozenten des Gesamtsortenmittels. Von einer Darstellung der Einzelwerte glaube ich absehen zu können, da sich das Verhältnis der Sorten zueinander während der verschiedenen Tageszeiten nicht wesentlich veränderte.

Tabelle 35.

Datum	Tageszeit	Temperatur °C	Rel. Luftfeuchtigkeit	Lichtstärke in Schwellenwerten	Windstärke m/sec	Sorten 1	2	3	4	5	Sortendurchschnitt in % von g	Bemerkungen
15.VI.	9^{30}—13^{00}	21,8	56,0	—	—	134,2	93,0	88,7	104,1	80,6	9,82	Sehr sonniger Vormitt.
18.VI.	9^{30}—18^{00}	24,6	47,9	—	—	111,5	93,6	99,4	101,0	94,4	9,12	
3.VII.	14^{00}—17^{30}	24,0	61,0	88	—	120,0	86,5	99,4	98,9	95,0	8,66	
4.VII.	13^{00}—18^{00}	24,8	79,5	96	0,73	121,0	93,8	103,5	99,5	81,0	5,59	Sehr schwül!
10.VII.	8^{45}—17^{30}	25,9	47,7	99	—	113,9	87,6	113,1	86,4	96,5	5,81	
12.VII.	10^{00}—17^{00}	26,0	50,0	—	—	118,9	97,6	108,0	93,2	81,9	8,11	Schwül u. warm.
15.VII.	10^{30}—18^{30}	29,9	48,4	101	1,95	102,5	96,0	108,5	98,1	94,5	4,69	
17.VII.	14^{30}—17^{00}	36,3	35,5	104	—	110,0	88,6	105,1	93,0	103,0	6,09	Heiß u. trocken.
25.VII.	9^{30}—17^{00}	25,0	64.6	98	0,88	113,0	76,4	112,0	99,1	99,8	3.64	
Mittel	—	—	—	—	—	116,1	90,4	104,0	97,0	91,8	—	

Datum	Frei transpirierend 1	2	3	4	5	Mittel von Kirsches Hafer	Im Feldbestand 1	2	3	4	5	Mittel von Kirsches Hafer	Frei : Feldbestand = 100 : x	Bemerkungen
10.VII.	102,1	78,2	100	76,3	86,5	6,57	84,4	87,7	100	81,3	87,9	4,04	61,5	
12.VII.	114,5	97,9	100	84.5	82,2	8,74	107,8	94,4	100	97,5	84,0	4,98	57,0	
15.VII.	94,5	88,5	100	90,5	87,4	5,09	99,8	91,6	100	89,1	88,5	3,98	78,2	Wind!
25.VII.	101,0	68,0	100	88,5	89,0	4,08	132,5	98,2	100	111,0	113,5	2,70	66.2	
Mittel	100,3	83,2	100	84,9	86,3	—	106,1	90,4	100	94,7	93,5	—	—	

Die größte Transpiration auf die Einheit Frischgewicht besitzt Pflugs Früh- und Kirsches Gelbhafer, dann folgt Probsteier; v. Kalbens Vienauer liegt an letzter Stelle. Nach der Auswertung von Arland würde sich daraus ergeben, daß Sorte 1 und 3 am wenigstens sparsam mit dem Wasser umgehen und sich daher wahrscheinlich nicht für trocknere Böden eignen. Das Gegenteil hat aber die Praxis erwiesen. V. Kalbens Vienauer besitzt offenbar einen ausgesprochen niedrigen Quotienten, wie auch Arland (2) und Thomas (123) beobachtet. Würden wir nur die Sorten 2, 4 und 5 miteinander vergleichen, dann müßten wir auch zu einem ähnlichen Ergebnis wir Arland kommen, welcher seinen Versuchen auch nur 3 Sorten zugrunde legte, nämlich: Probsteier am wenigsten, v. Kalbens Vienauer dagegen am meisten wassersparsam. Dieses Ergebnis würde mit den Erfahrungen der Praxis übereinstimmen. Wir sehen aber daraus, daß man bei der Suche nach einem allgemein gültigen Merkmal des Wasserhaushalts nur mit einer großen Anzahl Sorten arbeiten darf. Jedenfalls zeigen uns diese Beispiele, daß die Transpirationsgröße auf das Frischgewicht berechnet nicht ohne weiteres der ökologischen Stellung der Sorten entspricht.

Welche Verhältnisse ergeben sich nun für die einzelnen Sorten, wenn wir das Transpirationsvermögen der Masseneinheit zerlegen in die Transpiration der Flächeneinheit und Oberflächenentwicklung? Bei der Untersuchung des Freilandpflanzenmaterials erhielten wir ähnliche Verhältnisse in der Blattflächenentfaltung wie bei den Gefäßversuchen. Ich lege den in Tabelle 20a berechneten Blattanteil (Blattgewicht im Prozent der Blattmasse) zugrunde und erhalte folgende Verhältniszahlen (Sortendurchschnitt = 100)

Sorte	1	2	3	4	5
$\frac{fl}{g}$	98	79	102	112	110

Die Größe der Flächentranspiration erhalten wir durch Division von $\frac{t}{g}$ durch $\frac{fl}{g}$

Sorte	1	2	3	4	5
$\frac{t}{fl}$	1,19	1,14	1,02	0,865	0,835

Wir finden auch hier wieder eine größere Oberflächentranspiration bei den Sortenxerophyten.

Bei einem Vergleich der mit der Anwelkmethode erzielten gewichtsrelativen Transpirationswerte mit den Ergebnissen der Gefäßversuchsmethode ergibt sich zwar eine andere Rangordnung der Sorten, aber die Stellung v. Kalbens Vienauer und Pflugs Früh bleibt bei beiden Methoden annähernd dieselbe. Wir ersehen aber daraus, daß es kein absolutes Transpirationsvermögen gibt. Die Frage, ob die Reduktion auf die Oberfläche geringeren Schwankungen unterliegt, soll hier noch offen bleiben. Die Zahlen sprechen wohl für eine solche Annahme, zu der auch Briggs und Shantz (16) kommen. (Allerdings bezogen diese Forscher die Transpiration nicht auf das Frisch- sondern auf das Trockengewicht.)

Es interessierte uns daher, zu untersuchen, inwieweit es berechtigt ist, Pflanzen aus ihrem Feldbestand herauszunehmen und einzelstehend auf ihre Transpiration zu untersuchen. Denn wenn man von der Annahme ausgeht, daß die Wassersparsamkeit der Sorten eine ausschlaggebende Rolle für die Anbauwürdigkeit spielt, wird man am ehesten von der Transpirationsgröße der Sorten in einem normalen Feldbestand auszugehen haben. Wie hoch aber die Transpiration einer Einzelpflanze im Pflanzenverband ist, kann nur durch Anwelken der Versuchspflanze im Bestand untersucht werden.

Wir gingen so vor, daß wir die zur Untersuchung aus dem Boden herausgenommenen Pflanzen auf kleine Holzbänkchen wieder an ihren alten Standort brachten und dort anwelken ließen. Da aus arbeitstechnischen Gründen immer nur gleichzeitig 8 Sorten untersucht werden konnten, war es nicht möglich, gleichzeitig die Transpiration im Feldbestand mit der im Freien bei allen 5 Sorten zu vergleichen. Wir halfen uns daher in der Weise, daß wir stets Kirsches Gelb als Standard einschoben und nun in folgender Anordnung die Untersuchung vornahmen:

	frei transp.			im Feldbestand				
Sorte	1	3	4	1	2	3	4	5
„	2	3	5	1	2	3	4	5
„	1	3	4	1	2	3	4	5
„ usw.								

Bei Betrachtung der Einzelwerte in Tabelle 35 finden wir stärkere Schwankungen bei der Transpiration im Feldbestand gegenüber der im Freien. Sichere Schlußfolgerungen lassen sich aber

aus den wenigen Ergebnissen noch nicht ziehen. Jedoch scheint es, als wenn die Sortenunterschiede bedeutend geringer werden und auch das Verhältnis der Sorten zueinander nicht dasselbe bleibt.

Wir untersuchten auch mit der Anwelkmethode die Pflanzen des Vegetationsversuches 2, indem wir von der Serie „trocken", „feucht" und „2mal gewelkt" einige Gefäße für diesen Zweck opferten. Diese Untersuchung fand am 17. 6. statt. Das Verhältnis der einzelnen Sorten ist in Prozenten des Sortendurchschnitts ausgedrückt worden:

	Sorte 1	2	3	4	5
feucht	116	88,5	107,2	97,1	91,1
trocken	106	84,5	104,8	106,0	88,5
2mal gewelkt . . .	119	92,0	116,2	91,1	81,4

Wir erhalten, wenn wir die Ergebnisse von „feucht" und „trocken" betrachten, ein ganz ähnliches Verhältnis wie bei den Pflanzen im Feldbestand Mitte Juni und Anfang Juli. Die Pflanzen der Gefäße waren zu jener Zeit ungefähr im gleichen Entwicklungsstadium wie die Feldpflanzen. Diese Übereinstimmung spricht ebensosehr für die Zuverlässigkeit der Arlandschen Transpirationsmethode als auch für die Brauchbarkeit des Gefäßversuches zur Erzielung normalen Wachstums.

Besonders interessant ist auch das Ergebnis von „2mal gewelkt". Die Untersuchung geschah einige Tage nach Beendigung der 2. Welkeperiode. Wir finden bei den Sorten 1—3 eine deutlich erhöhte Transpirationsintensität, dagegen bei den Hygrophyten und besonders bei Friedrichswerther Berg eine geringere Transpiration.

Zusammenfassend stellen wir fest:

Die Transpiration, auf das Gesamtfrischgewicht der Pflanze bezogen, bietet uns kein sicheres Maß für die Beurteilung der Dürreresistenz. Unsere Sortenxerophyten besitzen sowohl eine hohe als auch eine niedrige Frischgewichtstranspiration. Zu dieser Feststellung kamen wir sowohl mit der Wägungsmethode des Gefäßversuches als auch mit der Arlandschen Anwelkmethode. Sämtliche Ergebnisse lassen aber einwandfrei erkennen: wenn die Xerophyten eine geringere Transpiration besitzen, dann ist das auf ihre größere Reduktion der Blattfläche im Verhältnis zur Gesamtmasse zurückzuführen, aber keines-

wegs auf die geringere Oberflächentranspiration. Ebenso ergibt sich bei Reduktion auf das Blattfrischgewicht eine höhere Transpiration.

Die Ergebnisse berechtigen wohl zur Annahme einer stärkeren Wasserdurchströmung bei den Xerophyten. Daß eine schnellere Wasserbewegung aber nicht ohne Einfluß auf den Ablauf der wichtigsten Lebensvorgänge bleiben kann, ist wohl ohne Zweifel. Denn die Transpiration ist kein notwendiges Übel, sondern ein Prozeß von physiologischer Bedeutung. Je schneller nun die Bewegung des Transpirationsstromes durch die Pflanze erfolgt, desto schneller und intensiver werden die darin gelösten Nährstoffe an die einzelnen Stätten des Verbrauchs verteilt. Bei fehlender Transpiration würden nur die Diffusionsvorgänge für den Stofftransport in Frage kommen. Diese Vorgänge der Osmose und Diffusion verlaufen aber sehr träge. Infolge der höheren Verdunstungsgröße wird auch eine höhere passive Absorption entstehen, indem die in den Blättern entwickelte Saugkraft auf die Wurzelhaare übertragen wird. Wir können in unserer kausalen Betrachtung wohl noch weiter gehen und annehmen, daß vielleicht auf dieser Besonderheit in der Bewegung des Transpirationsstromes auch die schnellere Entwicklung und Frühreife unserer Xerophyten beruht.

Es drängt sich nun weiterhin die Frage auf: besitzen wirklich xeromorphe Strukturen eine geringere Transpirationsgröße? Wir bearbeiteten diese Frage im Sommer 1928 mit Pflanzenmaterial aus den Versuchsreihen mit hoher und geringer Bodenfeuchtigkeit des Gefäßversuches.

Zu diesem Zwecke wurden die Pflanzen an der Bodenoberfläche unter Wasser abgeschnitten und die Haupthalme in besondere U-förmig gebogene Glasröhren eingeführt und dort in dem einen Schenkel mit Hilfe von Watte und eines Führungsdrahtes befestigt. Ein luftdichter Abschluß wird durch Auffüllen einer dünnen Schicht von Olivenöl erreicht. Jedes U-Rohr war auf einem leichten Kork als Fuß aufmontiert, so daß die ganze Vorrichtung mit den Halmen auf einer feinen Hängewage gewogen werden konnte. Wir versuchten auch die Aufnahme von Wasser durch Ablesung der Wasseroberfläche mit Hilfe einer Skala zu ermitteln; jedoch stellte sich diese Meßmethode bald als sehr ungenau heraus. Jedes U-Rohr enthielt 3 bezw. 4 Halme und die Versuche wurden mehrmals wiederholt.

Man kann gegen die Untersuchungsmethode mit abgeschnittenen Pflanzenteilen verschiedene Bedenken ins Feld führen. Wir waren uns dieser Mängel wohl bewußt. Die Methode hat aber in der

reinen als auch angewandten Botanik sowohl für wasserökologische als auch ernährungsphysiologische Untersuchungen gute Dienste geleistet. Besonders ermutigten uns die guten Erfahrungen, welche Scherpe (107) bei seinen Untersuchungen der Salzempfindlichkeit an Haferpflanzen mit dieser Methode machte, dieselben für unsere Versuche heranzuziehen. Wir stellten allerdings nach eingehender Prüfung fest, daß für die quantitative Ermittlung der feineren Sortenunterschiede die Methode nicht auszureichen scheint. Dagegen ist der Einfluß auf die Wasserführung bei den bedeutenden Strukturveränderungen der Pflanzen von feuchtem und trockenen Boden einwandfrei experimentell zu erkennen (Tabelle 36).

Tabelle 36.

Abgegebenes Wasser in % des Frischgewichtes.

Sorte		Nach					
		3	6	9	12	22	26 Std.
Feucht	1 . . .	16,8	31,5	42,0	47,9	67,2	73,5
	3 . . .	9,9	22,0	33,5	39,3	60,4	66,9
	4 . . .	11,8	20,2	27,5	32,6	48,3	55,9
Trocken	1 . . .	19,9	38,2	53,3	61,3	90,4	97,4
	3 . . .	12,1	23,6	36,9	44,9	76,8	86,6
	4 . . .	15,9	27,8	41,2	50,6	79,4	87,3

Aus den Zahlen ergibt sich eindeutig eine höhere Transpirationsintensität der xeromorphen Struktur. Dieses Ergebnis bestätigt die Untersuchungen von Keller (57) wie L. Frey. Leider stand mir die russische Arbeit von Frey nicht zur Verfügung; jedoch ist aus den Angaben Tumanows (127) eine ganz ähnliche Versuchsanstellung dieser Forscherin zu entnehmen. Frey zog auch Pflanzen (Mais, Bohne, Sonnenblume) bei verschiedener Bodenfeuchtigkeit, um dann die Transpirationsintensität der ganzen Pflanze und abgeschnittenen Zweige vergleichend zu prüfen. Es muß aber besonders darauf hingewiesen werden, daß diese stärkere Xerophytentranspiration nur bei Wasser als Versuchsmedium gilt. Wir werden später sehen, daß sich die xeromorphen Pflanzen gerade entgegengesetzt verhalten, wenn wir statt Wasser eine hochmolekulare Zuckerlösung verwenden.

Wodurch ist nun die höhere Intensität der Transpiration bei den Pflanzen vom trockenen Standort (Versuchsreihe trocken) und

den Sortenxerophyten unter den normalen Verhältnissen zu erklären? Die Beantwortung dieser Frage ist schon des öfteren versucht. Tumanow sucht die Ursache in der besser entwickelten Nervatur, in der größeren Öffnungsweite der Spaltöffnungen der xeromorphen Blätter sowie in physikalisch-chemischen Eigenschaften des Protoplasmas. Auf die Untersuchungen von Yapp (142) sich berufend, glaubt Tumanow, daß die vermehrte Anzahl der auf die Flächeneinheit entfallenden Spaltöffnungen bei gleichzeitiger Verkleinerung ihrer Dimensionen nur im geringen Maße die Diffusionsfähigkeit des Blattes erhöht. Zu einer gegensätzlichen Auffassung kommt neuerdings Huber (49); er arbeitete mit künstlichen Porenmembranen, deren Poren etwa dem 3—10fachen des mittleren Durchmessers der pflanzlichen Stomata entsprachen. Huber weist darauf hin, daß das Entscheidende für die Diffusion nicht die Porengröße, sondern das Produkt aus Porengröße und Porenzahl ist. Das Porenareal spielt aber eine besondere Rolle insofern als „seiner Änderung eine einigermaßen proportionale Änderung der Verdunstungsgröße entspricht". „Die Spaltareale scheinen so bemessen, daß bei den Höchstwerten die freie Diffusion praktisch erreicht werden kann, während jede Verringerung des Porenareals gleich eine sehr ausgiebige Herabsetzung der Diffusion mit sich bringt." Infolge der verhältnismäßig geringen Rolle, die die Porengröße dabei spielt, ergibt sich aber, daß die erhöhte Spaltöffnungszahl zur Steigerung der Diffusionsfähigkeit xeromorpher Blattstrukturen beitragen kann. Alle diese erwähnten Eigenschaften der xeromorphen Struktur scheinen aber in Richtung einer erleichterten Wasserbewegung zu wirken, wodurch schließlich der dynamische Aufwand für den Transpirationsstrom geringer werden muß.

Mit diesem Befund setzen wir uns in einen bewußten Gegensatz zu der Auffassung Seybolds (117), der kürzlich sehr temperamentvoll für eine eingeschränkte Xerophytentranspiration eingetreten ist. Aber auch Seybold weist bemerkenswerter Weise auf die Möglichkeit hin, daß die Xerophyten unter gewissen Außenbedingungen z. B. in dampfarmer Luft absolut mehr transpirieren können, als mesomorphe oder hygromorphe. Wie wir später sehen werden, ist unter bestimmten Voraussetzungen auch Seybold im Recht. Xeromorphe Strukturen können auch eine Verzögerung der Transpiration bedingen, jedoch scheinen hier

weniger xeromorphe Baueigentümlichkeiten als ganz besonders die physikalisch-chemische Eigenschaft des Zellplasmas eine Rolle zu spielen.

Bevor wir uns der weiteren Untersuchung der Transpirationsverhältnisse in den Versuchsserien mit Welkeperioden zuwenden, soll noch kurz auf die Bedeutung der Trockensubstanz als Bezugsmoment eingegangen werden. Wir haben gesehen, daß selbst unsere Kulturrassen solche Unterschiede im Bau und der Oberflächenentwicklung aufweisen, daß die Reduktion auf das Frischgewicht nicht immer ein klares Bild ergibt. Bei vergleichenden Untersuchungen wird aber auch der je nach der Entwicklung verschiedene Wassergehalt der Sorten eine Fehlerquelle darstellen können. Diese Fehlerquelle wird man vor allem dann beachten müssen, wenn man mit der Anwelkmethode bei einem Vergleich von Sorten mit verschiedenem Entwicklungsrhythmus ohne Rücksicht auf den Reifungsgrad Untersuchungen vornimmt. Einmal wird das Wasserbedürfnis der einzelnen Sorten im Augenblick der Untersuchung je nach der Entwicklungsphase, in der sich die Sorte befindet, verschieden sein können; zum anderen aber ist die Möglichkeit gegeben, daß man infolge eines verschiedenen Wassergehaltes der Pflanze (z. B. verschiedener Anteil an abgestorbenen Blättern, höhere Anzahl an entwicklungsfähigen Nebenhalmen und Trieben usw.) nicht gleichartige Bezugssysteme den Werten der absoluten Transpiration zugrunde legt. In beiden Fällen kann man sowohl Transpiration als auch Bezugssystem nicht miteinander vergleichen. Auf ähnliche Schwierigkeiten, wie sie in der zum Teil ganz verschiedenen Entwicklung der Sorten begründet sind, weisen auch schon Arland (2) und Klinkowski (59) hin.

Es sollen im folgenden daher die Trockensubstanzgewichte zugrunde gelegt werden, ein Bezugsmoment, wie es des öfteren in der Transpirationsliteratur empfohlen wurde. Wir sind uns wohl bewußt, daß auch dieser Bezugseinheit erhebliche Mängel anhaften. Daher wollen wir uns auch weniger mit der Berechnung der relativen Transpiration beschäftigen, als in erster Linie den Wasserbedarf für die verschiedenen Entwicklungsperioden untersuchen. Schon bei der Behandlung des Entwicklungsrhythmusses haben wir gezeigt, daß die einzelnen Sorten gleiche Anteile ihres Gesamtgewichtes nach ganz verschiedener Zeitdauer er-

reichen. Durch graphische Interpolation habe ich für die verschiedenen Gewichtsanteile den absoluten Wasserverbrauch ermittelt, und als Funktion der betreffenden Verdunstungseinheit

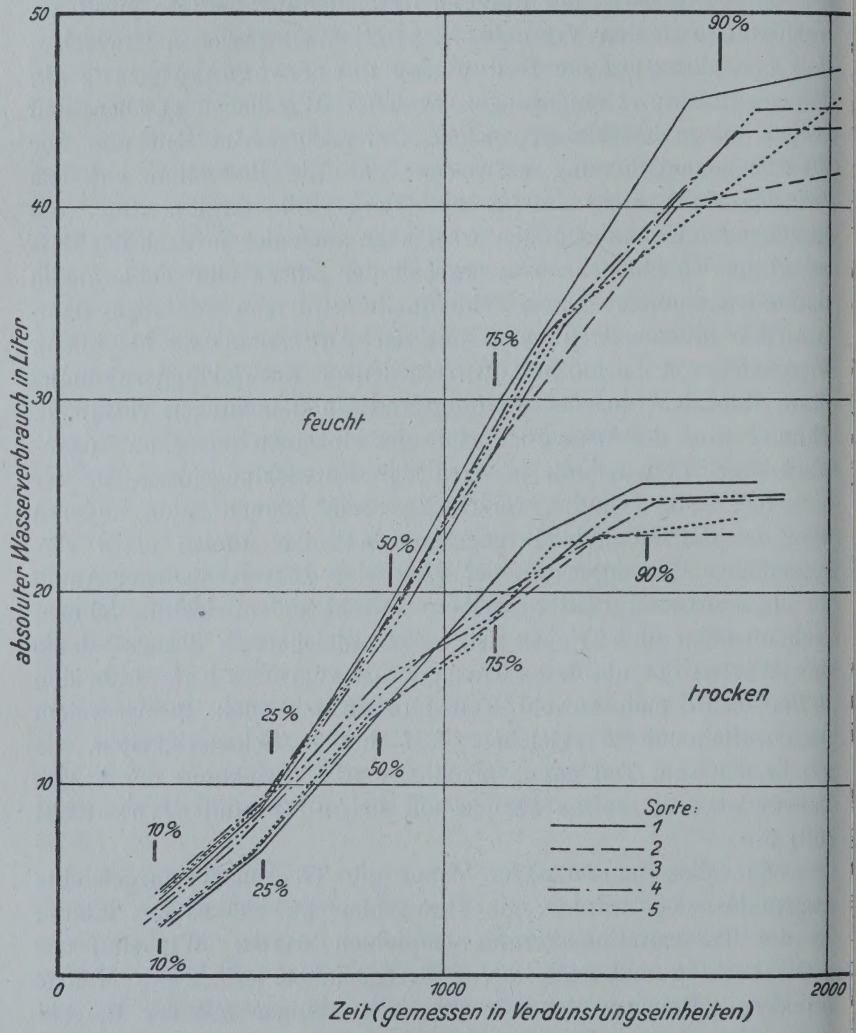


Abb. 10.

dargestellt. Die auf diese Weise gewonnenen Schaulinien geben uns sogleich ein Bild über den Wasserverbrauch gleicher Gewichtsanteile als auch über die zeitliche Entwicklung.

Die graphische Darstellung zeigt S-förmigen Verlauf von ähnlichem Aussehen, wie wir es schon bei der Betrachtung der Trockensubstanzmengen als Funktion der Evaporationseinheiten gefunden haben. Im Beginn der Entwicklung scheinen keine größeren Unterschiede im Wasserverbrauch der Sorten vorzuliegen, nur bei wenig Wasser besitzen die Hygrophyten einen höheren Wasserverbrauch. Die Kurven der Sorten weichen aber bei den höheren Gewichtsprozenten deutlich voneinander ab. Den höchsten Wasserverbrauch weist wieder Pflugs Frühhafer auf, während v. Kalbens Vienauer und Kirsches Gelb mit bedeutend geringeren Wassermengen die gleichen Trockensubstanzmengen erreichen. Wir erhalten also eine gewisse Übereinstimmung mit den Ergebnissen der frischgewichtsrelativen Transpiration.

Bei dieser wie bei jener Betrachtungsweise sehen wir aber, daß mit der Transpirationsfrage allein das Xerophytenproblem nicht zu lösen ist. Diese Auffassung wird noch durch die Beobachtungen beim Welken, auf die wir jetzt näher eingehen wollen, verstärkt werden.

3. Die physiologischen Grundlagen der Dürreresistenz.

a) Das Verhalten der Sorten beim Welken.

Wir wollen uns nun der Behandlung der Frage zuwenden: wie groß ist die Transpirationsfähigkeit während des Welkens und welche Sortenunterschiede und Besonderheiten ergeben sich in den Versuchsreihen mit Durstperioden?

Bereits bei Betrachtung des absoluten Wasserverbrauchs konnten wir einige wichtige Feststellungen über die Transpirationsgröße während des Welkens und nach erfolgter Wasserzufuhr machen. Wir wollen versuchen, noch tiefer in dieses Problem einzudringen. Jedoch muß vorausgeschickt werden, daß das vorliegende Material für eine erschöpfende Darstellung der sehr komplizierten Verhältnisse keineswegs genügen kann. Es lag auch weniger in der Absicht, bereits experimentell die Einzelvorgänge beim Welken zu erforschen, als zunächst die ökologische Gesamtwirkung des Welkens zu beobachten. Aber trotz des lückenhaften Materials vermögen wir einige charakteristische Züge zu erkennen, die das bisher gezeichnete Bild der Xerophyten vervollständigen. Eine Bestätigung der bislang gewonnenen Anschauungen brachten

uns in vieler Hinsicht die Versuche mit Wasserkulturen, sowie einige zur Klärung von Sortenfragen vorgenommenen Untersuchungen, auf die wir daher im Anschluß an die Behandlung des Welkeproblems zum Schluß noch eingehen wollen.

Bei Besprechung der Vegetationsbeobachtungen erwähnten wir schon, daß die Xerophyten, darunter besonders Pflugs Frühhafer, am ehesten Welkeerscheinungen zeigten. Besonders während der 2. und 3. Durstperiode treten diese Sortenunterschiede sehr deutlich hervor. Ich führe daher die Beobachtungstabelle vom 11. 6. vormittags beim Auftreten der ersten Welkeerscheinungen an (2. Welkeperiode).

Tabelle 37.

Grad des Welkens / Sorten	stark	mittel	schwach
1	alle Gef.	—	—
2	etwa $^2/_3$	$^1/_3$	—
3	—	etwa $^2/_3$	$^1/_3$
4	—	$^1/_3$	$^2/_3$
5	—	$^1/_3$	$^2/_3$

Diese Erscheinung mag zunächst befremden, wenn wir von der Voraussetzung ausgehen, daß das Welken eintritt, wenn die Pflanze die Grenze ihrer osmotischen Leistungsfähigkeit erreicht hat. Diese Voraussetzung scheint nicht gegeben zu sein. Wie Mitscherlich (80) im Anschluß an Beobachtungen früherer Forscher feststellte, beginnen die Pflanzen schon zu welken, wenn der Boden ungefähr noch die 3fache Menge des hygroskopisch gebundenen Wassers enthält. Neuerdings kam auch Bachmann (4) an Hand exakter Messungen zu dem Ergebnis, daß die Pflanzen schon Welkeerscheinungen zeigen, wenn die Bodensaugkraft noch sehr gering ist und etwa 1—2 Atmosphären beträgt. Am bekanntesten sind die Untersuchungen von Briggs und Shantz (19) geworden, welche den Bodenfeuchtigkeitszustand im Zeitpunkt des andauernden Welkens (permanent wilting) zu ermitteln und diese, für die einzelnen Pflanzenarten verschiedenen im Boden nicht ausnützbaren Wassermengen, in Beziehung zur Dürreresistenz zu bringen suchten. Für den im Zustand des andauernden Welkens (permanent wilting) vorhandenen Wassergehalt des Bodens, ausgedrückt in Prozenten seines Trockengewichts, führen diese Forscher den Begriff Welkungskoëffizienten ein.

Hierbei werden die Einzelbeobachtungen verschiedener Pflanzen bei ein und derselben Bodenart als absolute, ihr Verhältnis zum Durchschnitt einer größeren Anzahl Bestimmungen, als relative Welkungskoëffizienten bezeichnet. Auffallenderweise schwanken die relativen Welkungskoëffizienten unserer Getreidesorten nur in ganz geringen Grenzen, so daß diese Größen über die im Boden nicht mehr ausnutzbare Wassermenge nichts auszusagen scheinen. Es kommen aber noch mehrere Gründe hinzu, die die Bestimmung des Welkungskoëffizienten bedeutungslos für unsere Probleme machen. Aus den Arbeiten von Caldwell (24) sowie Shive und Livingston (119) geht nämlich hervor, daß der Welkungskoëffizient keine Bodenkonstante ist, sondern daß der Eintritt des Welkens nicht von der Wasseraufnahme allein, sondern auch in ebenso starkem Maße von der Verdunstungskraft der Atmosphäre und der Transpirationsgröße zur Zeit des Wassermangels abhängt. Nur bei vollkommen fehlender Transpiration erhalten wir einen Welkungskoëffizienten, der ungefähr der Höhe des hygroskopisch gebundenen Wassers entspricht. Bei starker Transpiration erfolgt aber, worauf auch Bachmann (4) hinweist, das Welken bei einem höheren Wassergehalt des Bodens. In ähnlicher Richtung liegen auch die Ergebnisse der Untersuchungen Lobanows (67), welcher außer dem Welkungskoëffizienten noch den „toten Vorrat“ an Feuchtigkeit unterscheidet. Wie aus Tabelle 38 hervorgeht, ist auch in unseren Untersuchungen während der 3. Welkeperiode die Bodenfeuchtigkeit bis zum Eintritt des Welkens viel mehr herabgesunken als bei den anderen Durstperioden, weil hier infolge der geringen Verdunstungskraft die Pflanzen weniger stark transpirierten. Diese interessanten Feststellungen kann man aber physiologisch nur so werten, daß man das Welken nicht allein als etwas Schädliches und Gefahrbringendes für die Pflanze ansehen darf, sondern auch als nützliche Reaktion auf den Wassermangel auffassen muß (vgl. Maximow [70]). Jedoch scheint die Pflanze zu diesem Schutzmittel erst dann zu greifen, wenn die Erschwerung der Wasseraufnahme in ein für die Pflanze gefährliches Stadium eingetreten ist. Denn wie wir bereits gesehen haben, wurde bei beginnendem Rückgang der Bodenfeuchtigkeit das Gleichgewicht im Wasserhaushalt nicht durch Transpirationseinschränkung, sondern durch höhere passive Wurzelsaugung wiederhergestellt.

Tabelle 38.

Tag der Durstperiode	Sorte 1					Sorte 2					Sorte 3	
	Absol. Wasserverbrauch i. ccm	Oberfläche i. qdm*)	$\frac{t}{fl}$	Frischgewicht i. g	$\frac{t}{g}$	Absol. Wasserverbrauch i. ccm	Oberfläche i. qdm	$\frac{t}{fl}$	Frischgewicht i. g	$\frac{t}{g}$	Absol. Wasserverbrauch i. ccm	Oberfläche i. qdm
1 × gewelkt 2.	824	22,7	36,4	85,5	9,65	849	25,4	33,4	104,8	8,11	796	26,9
4.	833		36,7		9,75	935		36,8		8,95	798	
6.	915		40,4		10,70	1055		41,5		10,10	910	
7.	165		7,3		1,93	115		4,5		1,1	163	
Σ	2737		120,8		32,03	2954		126,2		28,26	2667	
2 × gewelkt 2.	1190	70,4	16,9	236,0	5,04	1112	78,2	14,2	237	4,69	1135	71,0
4.	1050		14,9		4,45	1250		16,0		5,27	1165	
5.	560		7,95		2,37	480		6,14		2,02	420	
6.	157		2,23		0,67	220		2,81		0,93	220	
Σ	2957		41,98		12,53	3062		39,15		12,89	2940	
3 × gewelkt 2.	1030	102,2	10,1	300	3,44	940	87,2	10,8	306	3,07	840	105,8
4.	625		6,11		2,08	625		7,16		2,04	635	
6.	500		4,89		1,62	300		3,44		0,98	250	
8.	575		5,62		1,92	525		6,02		1,71	500	
10.	550		5,36		1,83	775		8,89		2,53	900	
12.	125		1,22		0,41	175		2,00		0,57	250	
14.	25		0,24		0,08	75		0,86		0,24	50	
Σ	3430		33,54		11,38	3415		39,17		11,14	3425	

*) Als Maß der Oberfläche diente für die Versuchsreihe „1 × gewelkt" vorlag.

Unsere Versuchsergebnisse können leider nur wenig zur Klärung der Frage beitragen, bei welchem Wassergehalt die Pflanze zur Einschränkung der Transpiration gezwungen wird, und ob sich hier bei Sortenxerophyten und -hygrophyten Unterschiede ergeben. Die Beurteilung dieser Vorgänge wird besonders dadurch erschwert, daß wir oft bei Einsetzen der Welkeerscheinung nicht zu unterscheiden vermögen, ob wir es mit andauerndem (permanent) oder vorübergehendem Welken (temporary wilting) zu tun haben. Ehe aber die Veränderung im Wassersättigungszustande zu diesen äußerlich erkennbaren Erscheinungen der

Tabelle 38.

3			4					5				
t/fl	Frischgewicht i. g	t/g	Absol. Wasserverbrauch i. ccm	Oberfläche i. qdm	t/fl	Frischgewicht in g	t/g	Absol. Wasserverbrauch i. ccm	Oberfläche i. qdm	t/fl	Frischgewicht i. g	t/g
29,7	88,5	8,89	912	33,2	27,5	114,3	7,98	944	28,1	33,6	81,3	11,6
29,8		9,01	889		26,8		7,76	920		32,7		11,3
34,0		10,3	985		29,7		8,61	1067		37,9		13,1
6,1		1,84	140		4,2		1,22	193		6,9		2,4
99,6		30,04	2926		88,2		25,57	3124		111,1		38,4
16,0	228	4,97	1181	91,6	12,86	236	5,00	1161	72,8	15,95	235	4,95
16,4		5,11	1350		14,70		5,71	1380		18,95		5,86
5,81		1,84	600		6,55		2,54	526		7,22		2,24
3,10		0,96	200		2,18		0,85	173		2,38		0,74
41,31		12,88	3331		36,29		14,10	3240		44,50		13,79
7,95	344	2,44	990	105,4	9,40	333	2,98	1005	107,0	9,39	304	3,30
6,00		1,85	525		4,99		1,58	650		6,07		2,14
2,36		0,73	300		2,85		0,90	260		2,43		0,86
4,73		1,45	575		5,45		1,73	565		5,28		1,86
8,51		2,62	850		8,06		2,56	750		7,00		2,47
2,36		0,73	150		1,42		0,45	150		1,40		0,49
0,47		0,15	75		0,71		0,23	60		0.56		0.20
32,38		9,97	3465		32,88		10,43	3440		32,13		11,32

das Blattfrischgewicht, da zu dieser Zeit noch keine Oberflächenbestimmung

Pflanze führt, werden erst geringere, äußerlich nicht sichtbare Plasmaänderungen, die Livingston und Brown (s. Burgerstein [1920] 23) als „incipient drying“ bezeichnen, vorausgegangen sein. Diese Vorgänge im Zellplasma sind noch wenig geklärt und es ist Maximow unbedingt recht zu geben, wenn er zur Erforschung der Dürreresistenz eingehende Untersuchungen der Vorgänge des Welkens fordert. Ob dazu der gewöhnliche Gefäßversuch ausreicht, bedarf noch der Untersuchung. Die Schwierigkeiten liegen vor allem darin, daß man geringe Gewichtsunterschiede nicht immer feststellen und Wasseraufnahme und

-abgabe nicht quantitativ verfolgen kann. Wir versuchten daher, die Wasserkultur für diese Zwecke heranzuziehen. Der Ansicht Arlands, daß die Methode der Dürreresistenzprüfung auf dem Wege des Welkens wegen verschiedener noch bestehender Mängel und insbesondere unter unseren klimatischen Verhältnissen nicht geeignet sei, kann ich aber nicht beipflichten. Wenn auch in unserem Klima die Trockenperioden nur in seltenen Fällen zu einem andauernden Welken der Getreidearten führen werden, so möchte ich doch annehmen, daß uns die Kenntnis der Vorgänge des Welkens als der äußersten Abwehrwirkung der Pflanze wertvolle Hinweise geben kann. Daß es aussichtsreicher erscheint, die Pflanzen in den Extremzuständen zu untersuchen, geht auch aus Arlands Versuchen einwandfrei hervor. Wahrscheinlich wird man die Welkemethode sehr gut in den Dienst dieser Untersuchung stellen können, da sie uns ermöglicht, die Transpirationsgröße während des Welkens exakt zu ermitteln. Denn daß das Anwelken eine ausgezeichnete Methode der Transpirationsmessung darstellt, wenn auch vielleicht in bezug auf die einseitige Reduktion auf das Frischgewicht der Methode zur Zeit noch Mängel für die ökologische Auswertung anhaften, ist ohne Zweifel.

Wenn wir nach diesen grundsätzlichen Erwägungen zu unseren Versuchsergebnissen zurückkehren, so kann das frühere Eintreten des Welkens nur durch höhere Transpirationsintensität der Xerophyten vor dem Welken erklärt werden. Es ist denkbar, daß die Hygrophyten bereits früher ihre Transpiration eingeschränkt haben, während die Xerophyten noch energisch durch volle Transpiration die Bilanz aufrecht zu erhalten suchten. Wir sehen ja immer nur den äußeren Vorgang des Welkens, wissen aber nicht, welche Vorgänge sich bei der Pflanze bei beginnender Gefährdung der Wasserbilanz abgespielt haben und in welcher Weise die Pflanze darauf reagiert hat. Die Wägungsmethode des Gefäßversuchs wird für die Untersuchung dieser Fragen zu grob sein, wie auch aus den Ergebnissen der Tabelle 38 hervorgeht.

Es ist aus der flächen- und gewichtsrelativen Transpiration der Tabelle wenig zu ersehen. Das mag neben den schon erwähnten Umständen auf einige Mängel der Bezugseinheiten zurückzuführen sein. Als besonders ungeeignet in diesem Falle muß die Reduktion auf das Ausgangsfrischgewicht erscheinen. Das Frischgewicht der Pflanze bleibt ja während des Welkens

durchaus nicht konstant, sondern ist eine Funktion des abnehmenden Wassergehalts der Pflanze. Ebenso ist auch die Reduktion auf die Blattoberfläche nicht einwandfrei. Wir wissen ja nicht, welche Änderungen in der Regulationsfähigkeit und Funktionstätigkeit der Spaltöffnungen mit zunehmender Intensität des Welkens eintreten. Ähnliche Bedenken äußert auch Tumanow, indem er sagt: „wie bereits bemerkt, stellt das Welken einen dynamischen Prozeß dar, dessen Intensität ständig anwächst, und parallel dieser Intensitätssteigerung des Welkens geht eine Intensitätsabnahme der Transpiration einher. Daher kann sich je nach den Welkungsgraden verschiedenes ergeben" (S. 428). Um diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, haben wir in der Tabelle 39 die Transpirationswerte während der Welkeperiode in Prozenten der Gesamtsumme der bis dahin verbrauchten absoluten Wassermenge der betreffenden Versuchsreihe ausgedrückt. Ferner ist noch an-

Tabelle 39.

	Tag der Durstperiode	Die Transpiration in % des jeweiligen Gesamtverbrauchs					Die Bodenfeuchtigkeit in % der W. K.					Verdunstungseinheiten
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1 mal gewelkt	2.	39,9	38,2	38,0	37,5	38,9	64,6	64,0	65,3	62,4	61,6	69,0
	4.	40,3	42,1	38,1	36,6	37,8	44,0	40,8	45,5	40,4	38,9	38,0
	6.	44,2	47,5	43,5	40,5	43,9	21,4	14,7	23,0	16,1	12,5	73,0
	7.	8,0	5,2	7,8	5,8	8,0	17,3	11,9	19,0	12,6	7,7	45,0
	Σ	132.4	133,0	127,4	120,4	128,6						
2 mal gewelkt	2.	15,4	14,0	15,1	14,5	14,0	55,6	57,5	56,9	55,8	56,3	47,5
	4.	13,6	15,7	15,5	16,5	16,6	29,7	26,6	28,1	22,4	22,2	55,5
	5.	7,3	6,0	5,6	7,4	6,3	15,9	14,7	17,7	7,6	9,2	29,0
	6.	2,0	2,8	2,9	2,5	2,1	12,0	9,3	12,3	2,7	4,9	32,0
		38,3	38,5	39,1	40,9	39,0						
3 mal gewelkt	2.	6,45	5,81	5,26	5,95	6,05	59,6	62,8	64,2	60,6	60,2	46,0
	4.	3,91	3,86	3,98	3,16	3,91	44,2	47,3	49,5	47,6	44,1	23,0
	6.	3,13	1,86	1,57	1,81	1,56	31,8	39,9	43,3	40,2	37,7	7,0
	8.	3,60	3,25	3,14	3,46	3,40	17,6	26,9	30.9	26,0	23,7	21,5
	10.	3.44	4,80	5,65	5,12	4,51	4,0	7,7	8,7	5,0	5,2	57,5
	12.	0,78	1,08	1,57	0,90	0,90	0,9	3,4	2,5	1,2	1,5	16,0
	14.	0,15	0,46	0,31	0,45	0,36	0,3	1,5	1,3	0,7	0	25,0
		21,46	21,12	21,48	20,85	20,69						

gegeben, welcher Grad der Bodentrockenheit durch die Transpiration nach und nach erreicht wird.

Bei der ersten und dritten Welkeperiode sehen wir deutlich eine größere relative Transpiration bei den schnell welkenden Xerophyten. Dagegen liegen in der 2. Welkeperiode solche Unterschiede nicht vor.

Einen tieferen Einblick in die Veränderungen der Wasserverhältnisse während des Welkens gestatten uns die Berechnungen der in den einzelnen Welketagen vorhandenen Bodenfeuchtigkeit in den Gefäßen. Leider geben uns diese Zahlen keinen Aufschluß darüber, welche Wasseraufnahme aus dem Boden bei den einzelnen Sorten noch stattgefunden hat, da ja hier immer nur eine Seite der Bilanz erfaßt wird. Über die in der Pflanze herrschenden Wasserbilanzverhältnisse sagen diese Zahlen also nichts aus. Wir sehen in allen 3 Durstperioden, daß bei den Hygrophyten die absoluten Wasserverluste am größten gewesen sind. Diese Tatsache ist weiter nicht verwunderlich, wenn wir bedenken, daß die Hygrophyten die größte Massenentwicklung besaßen.

Wir können aber weiterhin wichtige Feststellungen über die Wirksamkeit der Transpirationseinschränkung bei den verschiedenen Sortengruppen machen. Zu diesem Zwecke führe ich die weiteren Wasserverluste nach vollständigem Spaltenschluß in Prozenten des beim Eintritt des Welkens vorhandenen Wassergehaltes an. (Die jeweilig vorhandene Bodenfeuchtigkeit beim Eintreten des Welkens ist in der Tabelle 39 umrahmt.)

Tabelle 40.

Sorte	1	2	3	4	5
1 x gewelkt . .	18,9	19,0	17,4	21,7	38,4
2 x gewelkt . .	34,5	36,7	30,5	64,5	46,7
3 x gewelkt . .	92,5	80,5	85,1	100	100

Bei den Sorten 4 und 5 geht die Bodenfeuchtigkeit nach dem Welken weit stärker zurück als bei 1 und 2. Wir können daher wohl annehmen, daß auch diese erstgenannten Sorten nach ihrer Transpirationseinstellung einen stärkeren Rückgang im Wassergehalt erlitten haben als die Sortenxerophyten. Hier scheinen wir es wieder mit einem charakteristischen Merkmal der Xerophyten zu tun zu haben, nämlich der Fähigkeit, einer viel weitgehenderen Transpirationseinschränkung bei andauerndem Welken. Es liegt daher auch nahe, anzunehmen

daß diese Eigenschaft der Xerophyten, bei andauerndem Welken der Wasserabgabe größeren Widerstand zu leisten, nicht ohne Einfluß auf die Dürrefestigkeit ist. Da diese Frage aber im Mittelpunkt der Erforschung der Dürreresistenz steht, müssen wir auf die kausalen Zusammenhänge näher eingehen.

Daß bei den Xerophyten die Transpirationseinschränkung bei völligem Spaltenschluß stärker sein muß, wurde schon von Huber (47) nachgewiesen. Durch die geringere Oberflächenentwicklung der Xerophyten hat sich das Verhältnis von stomatärer Transpiration : kutikulärer Transpiration zugunsten der jederzeit regulierbaren stomatären Transpiration verschoben. Es müssen aber die Xerophyten den Hygrophyten noch in anderer Hinsicht im Zustande des Welkens überlegen sein. Wenn mit zunehmender Austrocknung des Bodens der Widerstand, den der Boden der Wasseraufnahme der Pflanze leistet, immer größer wird, dann werden nur die gegen den statischen Widerstand des Bodens einzusetzenden verfügbaren Saugkräfte der Pflanze darüber entscheiden, ob eine Pflanze die Trockenperiode überdauern wird oder nicht. Daher besitzt auch, wie besonders Fitting (32) gezeigt hat, die Kenntnis des osmotischen Wertes als der maximalen Saugkraft, die die Pflanze im allgemeinen zu entwickeln vermag, eine außerordentliche Bedeutung für die Beurteilung der Dürreresistenz. Aber selbst bei Annahme gleich großer osmotischer Werte wird doch die Pflanze mit der geringeren Oberflächenausdehnung, ganz gleich, ob es sich um ober- oder unterirdische Organe handelt, günstiger beim Welken gestellt sein als die hygromorphe Pflanze. Wir können hier die verschiedenen Pflanzenformen mit zwei belagerten, von der Außenwelt völlig abgeschlossenen Festungen mit gleichen Besatzungskräften und verschiedener Größe ihrer Verteidigungsflächen vergleichen. Die Feste mit dem geringsten Umfang wird im Vorteil sein, da sie ihren gefährdeten Angriffsflächen mehr Kräfte zur Verteidigung zur Verfügung stellen kann. Auf die Verhältnisse der Pflanze übertragen würde z. B. eine größere Wurzelmasse, die vielleicht unter normalen Feuchtigkeitsverhältnissen den dynamischen Widerstand für die Wasserbewegung verringert, jetzt für die Pflanze eine Gefahr darstellen; denn sobald die Saugkraft des Bodens diejenige der Wurzeln überschreitet, wird durch eine größere Wurzeloberfläche den Pflanzen Wasser entzogen werden. Hieraus erhellt schon, daß man nach der Höhe der erzielbaren Saugkraft

allein auch nicht nach starrer Schablone den Grad der Xerophilie beurteilen darf. Außer der Oberflächenentwicklung sind auch die Verschiedenheiten im Leitvermögen für die Beurteilung wichtig, worauf schon öfters und besonders von Huber (47) hingewiesen ist. Denn unter normalen Verhältnissen der Wasserbewegung wird eine Pflanze mit größeren inneren Widerständen eine höhere Saugkraft brauchen.

Sehr interessant sind die Ergebnisse der Untersuchungen Tumanows (127), der die Intensität der Transpiration während des Welkens untersuchte. Er stellte mit Hilfe der zur Erforschung der Kälteresistenz angewandten Dilatometermethode bei verschiedenen Pflanzen und verschieden inserierten Blättern ein und derselben Pflanze die Fähigkeit fest, der Wasserabgabe Widerstand zu leisten. Dabei fand er Unterschiede, die nicht auf den verschiedenen Wassergehalt der Blätter zurückgeführt werden konnten. In Übereinstimmung mit Alexandrow[1]) zeigen die oberen Blätter mit xeromorpher Struktur, welche unter normalen Verhältnissen eine höhere Intensität der Transpiration besaßen, eine höhere wasserhaltende Kraft. Diese Tatsache weist aber auf eine höhere Konzentration und geringere relative Dampfspannung des Zellsaftes dieser Blätter hin, wodurch das Protoplasma gegen größere Wasserverluste geschützt wird. „Zweifellos wird in derartig konzentrierten Zellsäften die Transpiration infolge der größeren Dampfdruckerniedrigung sehr bedeutend vermindert" (Fitting 32).

Als Beweis dafür, wie ganz anders die xeromorphen Formen bewertet werden müssen, sobald mehr oder weniger ein Ruhegleichgewicht ohne Wasserbewegung vorherrscht, führe ich die Transpirationsversuche in den U-Röhrchen an; hier wurden unter den gleichen Außenbedingungen wie in dem schon vorher erwähnten Versuch abgeschnittene Halme derselben Versuchsreihe in 0,7 volumnormaler Zuckerlösung (entspricht einem osmotischen Druck von 21,5 Atm.) geprüft.

Jetzt sehen wir die Pflanzen vom feuchten Boden mit hygromorpher Struktur stärker transpirieren. Es ist das sicherlich eine Folge der in den hygromorphen Pflanzen herrschenden höheren relativen Dampfspannung. So kommt Tumanow schließlich zu

[1]) Diese russische Arbeit stand mir leider nicht zur Verfügung, weshalb ich mich auf die Angaben Tumanows (127) und die Besprechung der Arbeit durch Maximow (70) beschränken mußte.

Tabelle 41.
Transpiration in Prozent des Frischgewichtes.

Sorte		Nach 3	6	9	12	22	26 Std.
Feucht	1 . . .	9,55	15,85	17,24	26,28	31,49	35,31
	3 . . .	8,81	15,86	21,86	26,44	37,89	31,41
	4 . . .	10,58	15,86	21,80	42,38	47,66	40,96
Trocken	1 . . .	8,34	13,44	17,48	21,52	29,58	32,26
	3 . . .	7,98	11,88	16,84	19,50	28,36	30,13
	4 . . .	8,80	13,38	18,50	22,02	31,68	34,32

dem Ergebnis, daß infolge von Schutzstoffen in den Zellen oder infolge Abbaues komplizierter Verbindungen zu weniger komplizierten wohl die Koagulation des Protoplasmas trotz stärkerer Entquellung verhindert wird.

b) Die Untersuchungen des Zellsaftes.

Von ähnlichen Erwägungen ausgehend hat man in neuester Zeit des öfteren die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Zellsaftes unter den verschiedenen Außenbedingungen zu ermitteln gesucht, da man annahm, daß auch im turgeszenten Zustand der Pflanze charakteristische Unterschiede im Zellsaft vorhanden sein müssen. Besonders in amerikanischen Forschungsstätten hat man sich diesem Studium eifrig gewidmet. Aus der Fülle der Untersuchungen mögen nur die Arbeiten von Harris (38) und seiner Mitarbeiter (39) herausgehoben werden, welche auch nahe verwandte Formen an verschiedenen Standorten untersuchten und charakteristische Unterschiede im osmotischen Wert, in der elektrischen Leitfähigkeit und Wasserstoffionenkonzentration fanden. Sie bestimmen den osmotischen Wert des Zellsaftes durch Ermittlung der Gefrierpunktserniedrigung.

Auch wir versuchten mit Hilfe eines Beckmann-Thermometers die Gefrierpunktserniedrigung von Zellsaftproben der Sorten zu bestimmen. Jedoch erwies sich diese Methode für unsere vergleichenden Untersuchungen als wenig geeignet, da die Bestimmung einer Probe eine geraume Zeit beansprucht. Eine Umstellung der nötigen Apparaturen für Massenuntersuchungen scheiterte aber aus finanziellen Gründen. Wir gingen daher dazu über, den

Zellsaft der Sorten refraktometrisch (mit Zuckerrefraktometer von Zeiß) zu untersuchen, nachdem neuerdings Römer (103) das Refraktometer in den Dienst der Erforschung der Winterfestigkeit gestellt und befriedigende Ergebnisse erzielt hat. Die im Sommer 1928 durchgeführten refraktometrischen Untersuchungen ergaben noch kein einheitliches Bild. Wir führen dies auf eine nicht ganz einwandfreie Gewinnung des Zellsaftes aus lebenden Pflanzen zurück. Wie Walter (137) kürzlich zeigte, liefert der Preßsaft lebender Pflanzen unrichtige osmotische Werte. Er empfiehlt daher, das Material abzutöten, wodurch etwa die $3\,^1/_2$ fache Menge Preßsaft gewonnen und trotzdem höhere Konzentrationen ermittelt werden. Der Forderung Walters folgend, haben wir im letzten Versuchsjahre das Blattmaterial in verschlossenen Gläsern 15 Minuten in ein siedendes Wasserbad gehalten und dann erst den Preßsaft gewonnen. Die Blätter wurden durch eine gewöhnliche Saftpresse ausgepreßt; eine hydraulische Presse (Buchner), wie zur Erreichung gleichen Drucks vorteilhaft gewesen wäre, stand leider dem Institut nicht zur Verfügung.

Um die exakte Durchführung der Gefäßversuche nicht zu gefährden, war es nicht möglich, an den im andauernden Welken befindlichen Pflanzen refraktrometrische Untersuchungen vorzunehmen. Wir beschränkten uns daher zunächst darauf, Pflanzen aus dem Feldbestand zu untersuchen. Zu diesem Zweck stellten wir an einigen Tagen, an denen mit der Anwelkmethode gearbeitet

Tabelle 42.

Transpiration in Prozent des Frischgewichtes.

Sorte	1	2	3	4	5
4. VII.	6,75	5,27	5,79	5,56	4,52
10. VII.	6,61	5,10	6,58	5,02	5,01
12. VII.	9,65	7,91	9,76	7,56	6,64
Relativ zum Sortendurchschnitt	117,0	92,8	112,2	92,4	85,1
Trockensubstanzgehalt des Zellsaftes in Prozent.					
4. VII.	9,83	13,4	12,3	14,6	14,4
10. VII.	9,60	10,5	10,3	10,7	10,1
12. VII.	9,48	11,2	10,7	11,5	10,4
	85,6	104,0	98,6	109,0	103,5

wurde, gleichzeitig von der gesamten grünen Blattmasse von 30 gleichmäßigen Halmen refraktrometrische Untersuchungen an. Die hier aufgeführten Zahlen sind Tagesdurchschnitte der Transpiration und einer täglich 3maligen Zellsaftuntersuchung.

Die Relativzahlen, welche aus dem Durchschnitt sämtlicher Tage gebildet wurden, weisen nicht auf eine höhere Zellsaftkonzentration der Xerophyten hin, vielmehr scheinen sie eine gewisse gegensätzliche Beziehung zwischen Trockensubstanzgehalt und Transpirationsgröße pro Frischgewicht anzuzeigen. Weitere Untersuchungen müssen lehren, inwieweit hier Wassergehalt und Ausreifungsgrad der Blätter, sowie Mängel der Vergleichbarkeit infolge verschiedener Blattzahl am Halm eine Rolle spielen. Es ist auch denkbar, daß bei der komplizierten Zusammensetzung des Zellsaftes die im Refraktometer festgestellte Trockensubstanz nicht ohne weiteres als Maß der osmotisch wirksamen Substanzen im Zellsaft angesehen werden kann. Da aber die refraktometrische Untersuchung des Zellsaftes wegen ihrer einfachen und schnellen Durchführung als besonders geeignet für Massenuntersuchungen erscheint, verdienen diese Tastversuche eine weitere Nachprüfung.

Ich habe auch die Frage untersucht, ob und inwieweit sich die Sorten im Zuckergehalt der Blätter unterscheiden. Durch die wertvollen Untersuchungen von Schröder und Horn (110) wissen wir, daß in welkenden Blättern mit abnehmendem Wassergehalt der Rohrzuckergehalt zunimmt. Dieser Befund ist aber von ungeheurer physiologischer Bedeutung, da hierdurch eines der wichtigsten Anpassungsmerkmale an den Wassermangel, nämlich die Bildung osmotisch wirksamer Substanzen infolge Verschiebung des Zucker-Stärkegleichgewichts einer kausalen Betrachtungsweise zugänglich wird. Ich prüfte zunächst verschiedene qualitative Methoden, wie sie O. Heinisch (40) in seinem kritischen Beitrag zur Methodik der Untersuchung auf Kälteresistenz aufführt. Leider erwiesen dieselben sich nicht als ausreichend, so daß die Bestimmung des Zuckers mit Fehlingscher Lösung (beschrieben bei Heinisch) quantitativ vorgenommen werden mußte.[1]) Als Ausgangsmaterial wählten wir je 30 obere

[1]) Die methodischen Vorarbeiten und die Durchführung der Analysen übernahm in liebenswürdiger Weise der chemische Assistent des Institutes für Pflanzenbau, Herr Dr. Praßler, wofür ich ihm an dieser Stelle herzlich danke.

und zweitobere Blätter der Sorten des Feldbestandes. Während wir zunächst nur den Zuckergehalt des Zellsaftes untersuchten, gingen wir später dazu über, die ganze Blattsubstanz zu analysieren, da wir befürchten mußten, daß sich vielleicht durch ungleiches Auspressen Unterschiede im Zuckergehalt ergeben würden. Die Blätter wurden sofort auf dem Felde nach dem Abpflücken gewogen und dann abgetötet. Durch die methodischen Vorarbeiten im Sommer 1929 war leider bereits die Vegetation so vorgerückt, daß wir nur noch 3 mal eine Untersuchung durchführen konnten. Die Ergebnisse mögen hier angeführt werden, da sie für die Beurteilung der Sorten nicht uninteressant sind.

Tabelle 43.

Sorte	Blattinsektion	Am 22. VII. nachmittags Temp. 24° C rel. Luftfeuchtigkeit 65 %					Am 23. VII. mittags Temp. 27° C rel. Luftfeuchtigkeit 50 %				
		Zuckerbestimmung d. Preßsaftes		Zuckerbestimmung der gesamten Blattsubstanz							
		Menge des Preßsaftes in ccm	Gehalt an Invertzucker	Frischgewicht von 30 Blättern	Wassergehalt in %	Invertzucker in % des Frischgewichts	Frischgewicht von 30 Blättern	Wassergehalt in %	Invertzucker in % des Frischgewichts	Differenz im Wassergehalt	Zunahme im Zuckergehalt
1	oberstes	16,1	2,9	23,0	70,15	2,031	25,8	69,48	2,482	0,67	0,451
	2. oberstes	20,3	2,1	26,7	76,21	1,596	24,5	74,69	2,494	1,52	0,898
2	oberstes	16,7	1,88	23,8	70,35	1,318	22,9	69,20	2,935	1,15	1,627
	2. oberstes	16,1	1,29	21,0	76,80	0,986	18,6	75,19	1,905	1,61	0,919
3	oberstes	16,0	2,78	23,2	69,08	1,911	20,8	67,50	2,790	1,58	0,879
	2. oberstes	19,0	2,50	26,3	72,34	1,810	24,8	72,51	2,858	—0,17	1,048
4	oberstes	27,2	1,47	39,0	69,73	1,029	35,7	69,21	1,424	0,52	0,395
	2. oberstes	26,4	1,65	35,9	73,51	1,207	32,4	75,17	1,718	—1,66	0,511
5	oberstes	21,6	1,84	31,7	68,23	1,250	26,1	67,81	1,525	0,42	0,275
	2. oberstes	21,1	1,69	29,5	71,49	1,212	24,6	71,77	1,578	—0,28	0,386

Die erste Zahlenreihe gibt die Menge des durch Pressen gewonnenen Zellsaftes an. Die Unterschiede sind recht beträchtlich, daher geben auch die Zuckerbestimmungen kein klares Bild.

Jedoch geht auch aus den Zahlen hervor, daß die oberen Blätter entsprechend ihrem höheren Saugkraftvermögen einen höheren Zuckergehalt besitzen. Wertvoller sind die Ergebnisse bei Analysierung der gesamten Blattsubstanz. Wir vergleichen die Zahlen an 2 aufeinander folgenden warmen Tagen, wobei die eine Probe am Spätnachmittag, die andere am folgenden Mittag genommen wurde. Wie theoretisch zu erwarten war, ist der Zuckergehalt der Blätter in den Mittagsstunden bedeutend höher als am Spätnachmittag. Die größte Steigerung im Zuckergehalt erfahren die Sortenxerophyten; ebenso liegen ihre absoluten Werte höher. Es ist interessant, einmal hierzu die Veränderungen im Wassergehalt in Vergleich zu setzen. Bei den ersten beiden Sorten hat bei beiden Blättern eine starke Wassergehaltsabnahme stattgefunden, während dagegen bei den anderen Sorten offenbar nur die oberen Bläter Wasserverluste erlitten haben. Wir finden also in unseren Versuchen eine gegensätzliche Beziehung zwischen Wasser- und Zuckergehalt. Diese Tatsache kann aber insofern von physiologischer Bedeutung sein, als wir vielleicht in einer größeren Transpirationssteigerung der Xerophyten (vgl. auch die Ergebnisse mit Sonnen- und Schattenblätter von Dietrich [28]) die Ursache für die stärkere Verschiebung des Stärke-Zuckergleichgewichts zu suchen haben. Denn auch aus den Untersuchungen von Maximow (70) und Krasnoselsky-Maximow (61) ergibt sich, daß die Xerophyten kein geringeres, sondern ein stärkeres Wasserdefizit aufweisen als die Mesophyten. Die Untersuchungen bedürfen natürlich eingehender Prüfung an einem größeren Material. Sie zeigen aber, daß man auf diesem Wege vielleicht der Erforschung des Xerophytenproblems näherkommen kann.

c) Die Wasserkulturen.

In den bisher aufgeführten Untersuchungen machte sich immer wieder der Mangel bemerkbar, daß die Ergebnisse uns wohl ein Bild über die Größe und Geschwindigkeit der Wasserbewegung und der Transpiration zu geben vermögen aber leider keinerlei Rückschlüsse auf die eigentliche Wasserbilanz zulassen. Gerade die Beantwortung der strittigen Frage, ob die Xerophyten eine eingeschränkte oder verstärkte Transpiration besitzen, setzt eine sichere Beurteilung des Wassersättigungszustandes der Pflanze

voraus. Leider hat man den Schwankungen im Sättigungsgrad bei den Transpirationsuntersuchungen nicht immer die nötige Beachtung geschenkt, so daß vielleicht auch auf diesen Umstand manche Widersprüche in der Transpirationsliteratur zurückzuführen sind. Aus unseren letzten Betrachtungen über die Transpirationsintensität der Sorten bei andauerndem Welken, sowie aus den Zellsaft- und Zuckeruntersuchungen ergibt sich aber deutlich, daß wir scharf zwischen Statik und Dynamik im Wasserhaushalt unterscheiden müssen. Solange ein Wasserstrom durch die Pflanze fließt, und sich die Pflanze im Zustande gesicherter Wasserbilanz befindet, besitzt die Transpiration als Kriterium der Dürreresistenz eine geringe Bedeutung. Unter diesen Bedingungen würden wir wahrscheinlich auch durch Untersuchungen des Zellsaftes keine wesentlichen Unterschiede erwarten können. Denn gerade im Zustand der Bilanz macht bei den Xerophyten, wie Huber (47) schon betont, der dynamische Aufwand für den Transpirationsstrom gegenüber dem statischen Widerstand des Bodens weniger aus. Sobald aber die Pflanze zwecks Vermeidung eines weiteren Rückgangs im Wassergehalt gezwungen wird, die Transpiration einzuschränken, besitzen die Xerophyten mit ihrer xeromorphen Struktur eine größere wasserhaltende Kraft.

Es ist nun die Frage, welche Pflanzentypen greifen eher zum Mittel der Transpirationseinschränkung? Unsere Versuchsergebnisse lassen die Vermutung zu, daß die Xerophyten bei Erschwerung der Wasserverhältnisse ihre volle Transpiration länger aufrecht erhalten als die Hygrophyten, um dann, bei einem bestimmten Wassergehalt angelangt, schnell und wirksam sich durch Spaltenschluß gegen die Außenwelt abzuschließen. Daß die Xeromorphen in diesem Zustande dann eine geringere Transpirationsintensität besitzen, ergibt sich in Übereinstimmung mit mehreren russischen Forschern einwandfrei auch aus unseren Untersuchungen. Zugleich können wir annehmen, daß infolge anfänglich stärkerer Wassergehaltsabnahmen mehr osmotisch wirksame Substanzen im Zellsaft gebildet werden, die im Zustande des andauernden Welkens eine geringere relative Dampfspannung in der Pflanze und somit geringere Transpirationsintensität bewirken. Diese in ihren Einzelheiten noch nicht erforschten Vorgänge scheinen die physiologischen Grundlagen der Dürreresistenz darzustellen.

Wir erhofften von einer Untersuchung der Bilanzquotienten eine experimentelle Bestätigung für die Annahme, daß sich die Hygrophyten fast stets im wassergesättigten Zustande befinden und empfindlicher gegen Wassergehaltsabnahmen zeigen, während die Xerophyten fast täglich größeren periodischen Schwankungen im Wassergehalt unterworfen sind und diese ohne Schädigung ertragen. Hierzu erschien uns nur eine Versuchsmethode geeignet, bei der man Wasseraufnahme und Abnahme betrachten kann. Das ist aber einzig und allein die Wasserkultur.

Die Aufzucht von jungen Pflänzchen in Wasserkulturen erfordert einige Erfahrungen. Wir haben uns besonders im Versuchsjahr 1928 mit Vorarbeiten befaßt, um die Technik beherrschen zu lernen. Hierzu prüften wir besonders die Frage der zweckmäßigsten Gefäßgröße und geeignetsten Nährlösung für Hafer. Was die Gefäßgröße und Form anbelangt, erschien uns für unsere Untersuchungen der einfache Apparat, welchen Pfeffer in seiner Pflanzenphysiologie (88) beschreibt, als am meisten geeignet. Wir verwenden jetzt als Kulturgefäße Schlemmzylinder (28 cm hoch × 8 cm Durchmesser) von einem Fassungsvermögen von etwa $1^1/_4$ l, in deren seitlichem Tubus ein Steigrohr mit Millimeterskala angebracht war. Die Gefäße erhielten einen doppelten Lackanstrich, weiß auf schwarzem Grunde. Jedes Gefäß enthielt 4 Pflanzen, welche in ähnlicher Weise wie es Grafe (22) beschreibt, mit Watte und Kork in dem Deckel des Gefäßes (2 cm starke, mit Paraffin getränkte Korken) festgehalten wurden. Nach längeren Mißerfolgen fanden wir in der Richterschen Nährlösung[1]) das geeignete Nährsalzgemisch für Hafer. Die Versuche mit der Nährlösung von van der Crone und Knop fielen wegen der starken Neigung des Hafers zur Chlorose unbefriedigend aus. Wir verwendeten die Richtersche Nährlösung in der von Klinkowski (59) als optimal befundenen Zusammensetzung:

1,000 H_2O
0,5 Ca $(NO_3)_2$
0,2 KNO_3
0,2 KH_2PO_4
0,25 Mg SO_4
0,04 Mohrsches Salz ($FeSO_4 + [NH_4]_2 SO_4 + 6 H_2O$)

Die Transpiration wurde durch Feststellung des Gewichtsverlustes auf einer Tischwage mit Laufgewicht ermittelt. Die Menge des aufgenommenen Wassers wurde auf folgende Weise festgestellt: nach der Beschickung der Gefäße mit Pflanzen stellten wir durch Pipettenmessungen unter den in jedem Gefäße herrschenden Bedingungen der Wurzelwasserverdrängung die Steighöhe (gemessen in Millimeter) bei Zufüllen einer bestimmten Wassermenge fest. Diese Eichung der Gefäße wurde während der Vegetationszeit öfter wiederholt. Dabei ist

[1]) Auf diese Nährlösung machte uns dankenswerter Weise Herr Regierungsrat Dr. Merkenschlager Berlin-Dahlem aufmerksam, welcher dieselbe bei seinen physiologischen Versuchen mit Hafer mit Erfolg benutzte.

allerdings darauf zu achten, daß die gradlinige Übertragung der Millimeterangaben auf Kubikzentimeter nur für einen engbegrenzten Bereich des kommunizierenden Rohres gilt. Wir können zum Beispiel bei der verschiedenen Ausbildung des Wurzelsystems in den einzelnen Gefäßhöhen nicht schließen: wenn 500 ccm Wasserzufuhr eine Erhöhung des Meniskusstandes im Meßrohr von 100 mm bedingt, dann entsprechen 25 mm einer Wasserzufuhr von 125 ccm. Wir verwendeten daher diese Meßmethode nur in dem Bereich von 100 bis 200 ccm, eine Menge, die ungefähr den täglichen Transpirationsraten entspricht. Eine Gegenüberstellung von volumetrisch und gravimetrisch gewonnenen Zahlen ist selten fehlerfrei. Der Gewichtsverlust wurde täglich durch Zuführung von Wasser aus einer Meßbürette, wobei das Gefäß auf der Wage stand, auf die Standardmarke und das diesem Meniskusstand entsprechende Sollgewicht ergänzt. Die Nährlösungen wurden alle 8—10 Tage erneuert. Da es uns in erster Linie auf die Ermittlung des Wasserbilanzquotienten $\frac{\text{Wasseraufnahme}}{\text{Wasserabgabe}}$ ankam, glaubten wir auf den hermetischen Abschluß der Gefäße verzichten zu können. Denn einmal stellt bei einer großen Anzahl von Gefäßen und einer durch die ganze Vegetationszeit sich erstreckenden Versuchsdauer diese Forderung infolge der dann notwendig werdenden Durchlüftung der Gefäße eine ungeheure Arbeitsbelastung dar; zum andern aber kam es uns weniger auf die absolute Höhe der Transpiration und Wasseraufnahme als auf das Verhältnis beider an, welches aber auch bei einem nicht unbedingt luft- und dampfdichten Abschluß unverändert bleibt. Es scheint überhaupt gewagt, bei den Pflänzchen, welche sich auch in Wasserkulturen bestocken, für einen luft- und dampfdichten Abschluß zu garantieren. Wir begnügten uns daher damit, die in Paraffin getränkten Führungskorke fest mit Watte zu verstopfen. Auch das Steigrohr wurde während der Versuchsdauer durch einen Wattebausch geschlossen (Abb. 11).

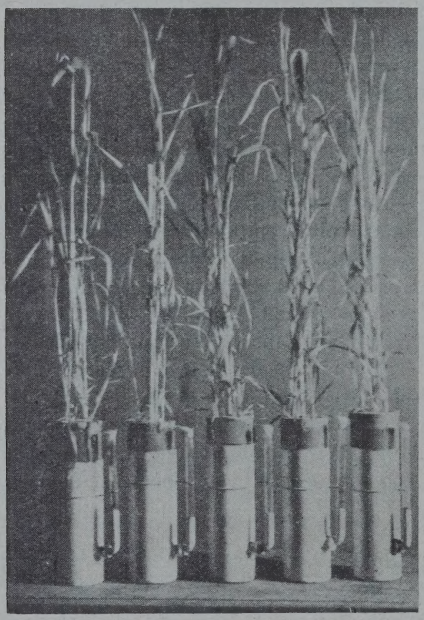


Abb. 11.

Das Pflanzenmaterial zogen wir in Sandkästen vor. Leider gelang die Übertragung Ende Mai wegen der damals herrschenden Hitzeperiode nicht; kurze Zeit nach dem Einsetzen gingen die Pflänzchen zugrunde. Darauf versuchten wir die Übertragung nochmals Anfang Juni, indem wir die ersten Tage die Gefäße in einem kühlen Kellerraum mit künstlicher Tageslichtbeleuchtung

unterbrachten. Diese Aufzucht gelang, und nach einigen Tagen wurden die Gefäße in ein Glashaus gebracht, wo sie während des Sommers Aufstellung fanden. Von jeder Sorte wurden 10 Gefäße beschickt. Um das Verhalten der Sorten bei plötzlich erschwertem Wassermangel zu beobachten, wurde einem Teil der Gefäße während der Vegetationszeit Zucker zugesetzt, und zwar in einem Mengenverhältnis, welches einer 0,5 volumnormaler Lösung (ohne Berücksichtigung der in der Lösung schon vorhandenen Salzkonzentration) entspricht. Leider stellte sich unsere Methode, infolge mangelhafter Wägemöglichkeiten, als zu grob heraus, um die feinen Veränderungen in der Wasserabgabe und -aufnahme nach erfolgtem Zuckerzusatz quantitativ zu verfolgen. Wir hoffen aber, auch in dieser Hinsicht noch methodische Verbesserungen vornehmen zu können. Allerdings wird man dann wohl auf eine größere Anzahl von Gefäßen verzichten müssen, da solche subtile Untersuchungen einen großen Aufwand an Arbeit und Sorgfalt erfordern werden, und die Prüfung einer größeren Sortenzahl daher nicht zulassen. Die Ergebnisse dieser Versuche seien aber dennoch aufgeführt, da sie uns doch das Grundsätzliche erkennen lassen.

Die Pflanzen zeigten durchweg eine normale Entwicklung. Einige Pflanzen gingen allerdings ein; die Lücken wurden aber sofort wieder durch solche aus Reservebehältern ausgefüllt. Um die Gleichheit des Bestandes eines Gefäßes zu erhalten, wurden auch in der Entwicklung zurückgebliebene Pflanzen ausgewechselt, und es sollen hier nur die Ergebnisse normal entwickelter Pflanzen aufgeführt werden. Die sortentypischen Unterschiede im Entwicklungsrhythmus traten in gleicher Weise wie in den Gefäßversuchen in die Erscheinung, indem wiederum die Sorten 1, 2 und 3 als frühreif, die Sorten 4 und 5 als spätreif bezeichnet werden müssen. Einige wichtige phänologische Daten seien kurz erwähnt:

Tabelle 44.

	Nährlösung Rispenschieben			Nährlösung + Zuckerzusatz Rispenschieben		
	Beginn	Ende	Ernte	Beginn	Ende	Ernte
1	28. 6.	4. 7.	5. 9.	1. 7.	11. 7.	29. 7.
2	29. 6.	5. 7.	5. 9.	29. 6.	10. 7.	31. 7.
3	1. 7.	12. 7.	7. 9.	2. 7.	15. 7.	29. 7.
4	7. 7.	18. 7.	9. 9.	4. 7.	18. 7.	30. 7.
5	5. 7.	15. 7.	7. 9.	5. 7.	19. 7.	29. 7.

Durch Erschwerung der Wasserversorgung ist auch hier, wie im Gefäßversuch, die Gesamtvegetationsdauer verkürzt. Die Periode des Rispenschiebens wurde etwas hinausgeschoben. Das mag

darauf zurückzuführen sein, daß die Gefäße kurz vor dem Rispenschieben noch dem andauernden Welken unterlagen und daher das Weiterwachstum um einige Tage verzögert wurde. Eine bedeutende Verlängerung erfährt aber die Reifungsperiode vom Rispenschieben bis zur Ernte in normalen Nährlösungen.

Da diese Versuche mit relativ geringer Gefäßzahl durch Zwischenernten in ihrem kontinuierlichem Verlauf nicht gestört werden konnten, besaßen wir keine Möglichkeit, den Entwicklungsrhythmus durch die Bestimmung der jeweils erreichten Trockensubstanzmengen festzuhalten. Wir versuchten zwar, in gewissen Zeitabständen den Gefäßdeckel mitsamt den Pflanzen auf einer Balkenwage zu wiegen. Aber wegen der hohen Wurzelfeuchtigkeit ergibt sich dabei eine erhebliche Fehlerquelle, so daß wir diese Gewichte nicht zugrunde legen möchten. Wir haben daher, dem Vorschlag Scheibes (105) folgend, die Transpirationsintensität als Leistungseigenschaft des pflanzlichen Organismus zugrunde gelegt, indem wir den Wasserverbrauch der einzelnen Tage in Prozenten des Gesamtwasserverbrauchs der Sorte ausdrückten. Wir erhalten auch auf diese Weise einen Einblick in die Wachstumsintensität der einzelnen Vegetationsphasen der Sorten. Der Endwert des Wasserverbrauchsdiagramms wurde graphisch durch Darstellung der Transpiration als Funktion der Zeit (gemessen in Verdunstungseinheiten) gewonnen. Aus der auf diese Weise entstehenden S-förmigen Kurve, glaubte ich den Endwert sicherer zu erhalten, da wie schon erwähnt, die Transpiration der reifenden Pflanze in stärkerem Maße der Evaporation folgt, und daher der experimentell gefundene Endwert nicht immer der Wirklichkeit entspricht.

Um die Übersicht nicht zu erschweren, sind die relativen Transpirationswerte nur für den 2-tägigen Durchschnitt dargestellt. Auch die Bilanzquotienten ergaben bei dieser Darstellungsweise genügende Unterschiede, so daß wir uns mit der Wiedergabe dieser Zahlen begnügen. Das Zahlenmaterial ist in Tabelle 45 aufgeführt und die relativen Absorptions- und Transpirationswerte sind in Abb. 12 graphisch dargestellt.

Wir finden bei Betrachtung der Transpirationsschaulinien ähnliche Verhältnisse wie Scheibe (105). Die frühreifen Xerophyten besitzen in der ersten Hälfte der Entwicklung eine höhere relative Transpiration. Später kehrt das Verhältnis mehr oder weniger um: Zwischen Absorptions- und Transpirationslinien

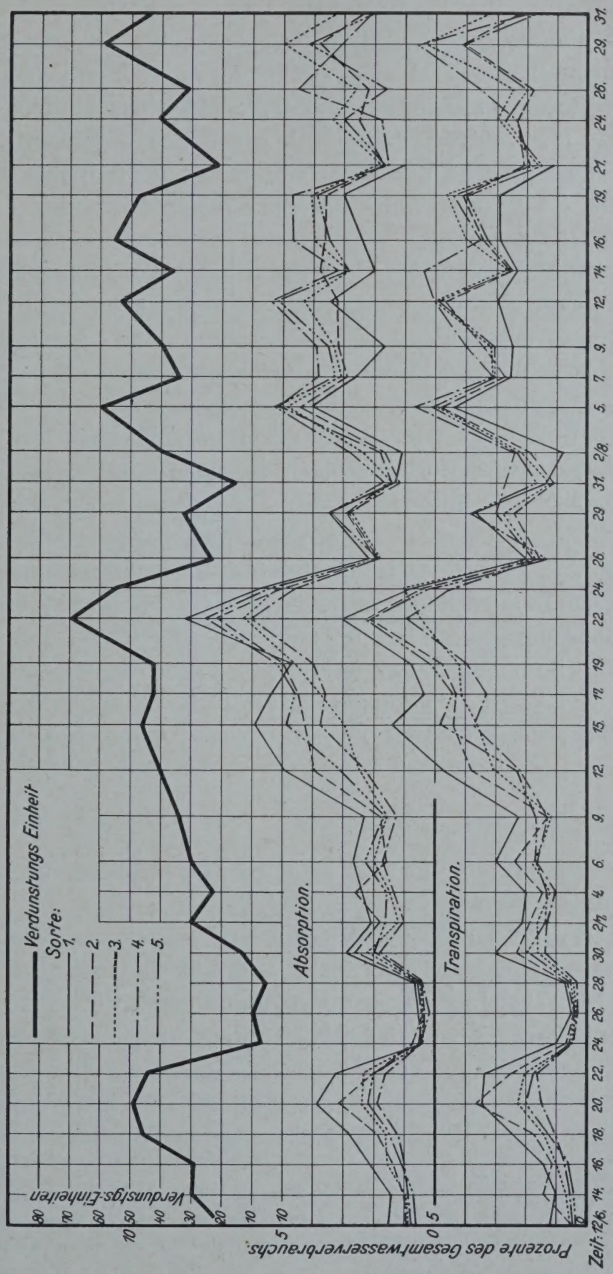

Verdunstungs Einheit
Sorte:
1.
2.
3.
4.
5.
Absorption.
Transpiration.
Verdunstgs.-Einheiten
Prozente des Gesamtwasserverbrauchs
Zeit: 12./5.

Abb. 12.

besteht insofern ein Zusammenhang als ihre Extreme annähernd zusammenfallen. Jedoch ergibt sich besonders bei Betrachtung der Bilanzquotienten (Tab. 45) mit genügender Deutlichkeit, daß selbst bei Zusammenfassung von 2-tägigen Durchschnitten die im allgemeinen für größere Zeitabschnitte angenommene Proportionalität zwischen Transpiration und Wasseraufnahme nicht immer besteht. Gerade für die Untersuchung unseres Problems ist diese Tatsache aber wertvoll.

Ich habe daher neben der Ermittlung der Bilanzquotienten noch die positiven und negativen Abweichungen vom Bilanzgleichgewicht ermittelt und die Summe der Abweichungen sowie die Anzahl der gefundenen Beobachtungen mit Über- bezw. Unterbilanz zur Beurteilung der Wasserverhältnisse in der Pflanze herangezogen. Damit wird auch der Forderung Montforts (83), außer der Verhältnisbetrachtung auch die Differenzen heranzuziehen, Genüge getan. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist sehr interessant. Denn wir finden tatsächlich, daß bei den Xerophyten nicht nur der Zahl der Beobachtungen nach öfters Unterbilanz vorliegt, sondern auch im allgemeinen ein stärkeres Defizit herrscht.[1]) Am deutlichsten zeigen sich diese Verschiedenheiten der Sorten hinsichtlich ihrer Wasserbilanz in den Perioden, wo die Transpiration infolge der Verdunstungskraft der Luft schnell ansteigt. Solche Perioden sind die Zeiten vom 10. bis 24. Juli, ferner 3. bis 12. August. Diese Perioden sind in Tab. 45 umrahmt. Wir sehen aus den Abweichungen vom Gleichgewicht $\left(\frac{A}{T}=1\right)$ daß bei den Sorten 1 und 2 in beiden Zeitabschnitten die stärkste Unterbilanz vorübergehend geherrscht hat.

Am 18. Juni wurde je 3 Gefäßen soviel Zucker zugesetzt, daß der osmotische Wert der Nährlösung sich um 14,3 Atm. (bei 20° C) erhöhte. Die Wasseraufnahme durch die Wurzel wird durch diese Konzentrationserhöhung der Lösung nun plötzlich sehr erschwert. Auf diese Erschwerung des Wasserhaushalts muß die Pflanze in irgendeiner Weise reagieren. Im Verlauf des folgenden Tages zeigten die unteren Blätter sämtlicher Sorten Turgeszenzrückgang,

[1]) Die zwei auffallend hohen Werte für das relative Defizit bei Sorte 4 am 14. und 29. August führe ich auf irgend ein Versehen bei der Wägung zurück. Da die Werte aber bereits in die beginnende Gelbreife der Pflanze fallen, ist ihnen keine Bedeutung beizumessen.

Tabelle 45.

Der Wasserhaushalt in Wasserkulturen.

	Die Verdunstungseinheiten	Der Bilanzquotient $\frac{A}{T}$					Die Abweichungen von $\frac{A}{T} = 1$				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
12.VI.	20	1,25	1,62	1,48	1,57	1,40	0,25	0,62	0,48	0,57	0,40
13.–14. „	30	1,25	0,71	1,58	1,57	1,51	0,25	— 0,29	0,58	0,57	0,51
15.–16. „	29,5	1,48	1,25	1,52	1,47	1,86	0,48	0,25	0,52	0,47	0,86
17.–18. „	46,0	1,16	1,09	1,09	1,07	1,15	0,16	0,09	0,09	0,07	0,15
19.–20. „	48,0	1,13	0,86	1,07	1,24	1,09	0,13	— 0,14	0,07	0,24	0,09
21.–22. „	44	0,99	0,77	1,11	0,98	1,14	— 0,01	— 0,23	0,11	— 0,02	0,14
23.–24. „	7,1	0,40	1,10	0,81	1,09	0,88	— 0,60	0,10	— 0,19	0,09	— 0,12
25.–26. „	9,0	1,00	1,03	1,25	0,57	1,34	± 0	0,03	0,25	— 0,43	0,34
27.–28. „	5,8	1,00	0,86	1,00	1,36	0,72	± 0	— 0,14	± 0	0,36	0,28
29.–30. „	12,9	0,97	1,13	1,38	1,34	1,03	— 0,03	0,13	0,38	0,34	0,03
1.–2.VII.	30,0	1,00	1,00	0,75	0,76	1,19	± 0	± 0	— 0,25	— 0,24	0,19
3.–4. „	22,0	1,20	1,74	1,25	1,26	1,15	0,20	0,74	0,25	0,26	0,15
5.–6. „	30,0	0,90	0,67	1,11	1,02	1,44	— 0,1	— 0,33	0,11	0,02	0,44
7.–9. „	34,0	1,05	1,39	1,33	0,92	0,94	0,05	0,39	0,33	0,08	— 0,06
10.–12. „	40	1,06	1,06	0,83	1,05	1,35	0,06	0,06	— 0,17	0,05	0,35
13.–15. „	46	0,92	0,98	0,83	1,03	1,02	— 0,08	— 0,02	— 0,17	0,03	0,02
16.–17. „	43	1,00	1,05	0,90	1,09	1,05	± 0	0,05	— 0,10	0,09	0,05
18.–19. „	43	0,81	1,04	1,10	1,03	1,00	— 0,19	0,04	0,10	0,03	± 0
20.–22. „	69	1,02	0,99	1,15	1,02	1,06	0,02	— 0,01	0,15	0,02	0,06
23.–24. „	56	0,98	0,95	0,87	1,02	1,02	— 0,02	— 0,05	— 0,13	0,02	0,02
25.–26. „	24	1,10	1,25	1,12	1,00	1,39	0,10	0,25	0,12	± 0	0,39
27.–29. „	33	0,95	1,21	1,00	0,97	0,89	— 0,05	0,21	± 0	— 0,03	— 0,11
30.–31. „	16	0,93	1,09	1,27	1,07	1,00	— 0,07	0,09	0,27	0,07	± 0
1.-2.VIII.	40	1,38	0,89	1,09	0,75	1,22	0,38	— 0,11	0,09	— 0,25	0,22
3.–5. „	60	0,93	0,94	1,04	0,91	1,04	— 0,07	— 0,06	0,04	— 0,09	0,04
6.–7. „	33	1,04	1,08	1,11	1,23	1,07	0,04	0,08	0,11	0,23	0,07
8.–9. „	40	0,68	0,94	1,06	0,98	1,13	— 0,32	— 0,06	0,06	— 0,02	0,13
10.–12. „	54	1,27	0,68	0,84	1,03	1,06	0,27	— 0,32	— 0,16	0,08	0,06
13.–14. „	37	0,87	1,52	1,11	0,59	1,12	— 0,13	0,52	0,11	— 0,41	0,12
15.–16. „	56	0,83	1,06	1,03	1,34	1,03	— 0,17	0,06	0,03	0,34	0,03
17.–19. „	48	1,04	0,88	0,89	1,07	0,98	0,04	— 0,12	— 0,19	0,07	— 0,02
20.–21. „	23	0,83	0,85	1,03	0,84	1,13	— 0,17	— 0,15	0,03	— 0,16	0,13
22.–24. „	41	—	1,09	1,17	1,39	1,11	—	0,09	0,17	0,39	0,11
25.–26. „	32	—	1,23	1,04	1,28	0,80	—	0,23	0,04	0,28	— 0,20
27.–29. „	60	—	0,93	0,94	0,55	1,03	—	— 0,07	— 0,06	— 0,45	0,03
30.–31. „	45	—	1,00	0,97	1,16	1,11	—	± 0	— 0,03	0,16	0,11
1.–2. IX.	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

$\frac{A}{T}$	Summe der Abweichungen				
	Sorte 1	2	3	4	5
> 1	2,43	4,05	4,49	4,85	5,52
< 1	2,02	2,03	1,37	1,78	0,51

$\frac{A}{T}$	Anzahl der Beobachtungen mit Über- bezw. Unterbilanz				
	Sorte 1	2	3	4	5
> 1	14	19	24	24	29
< 1	14	15	10	11	5

und am 20. Juni war andauerndes Welken bei allen Sorten eingetreten, nachdem außer der Erschwerung der Wasseraufnahme auch die Verdunstungskraft der Luft (Temperaturmaximum 36

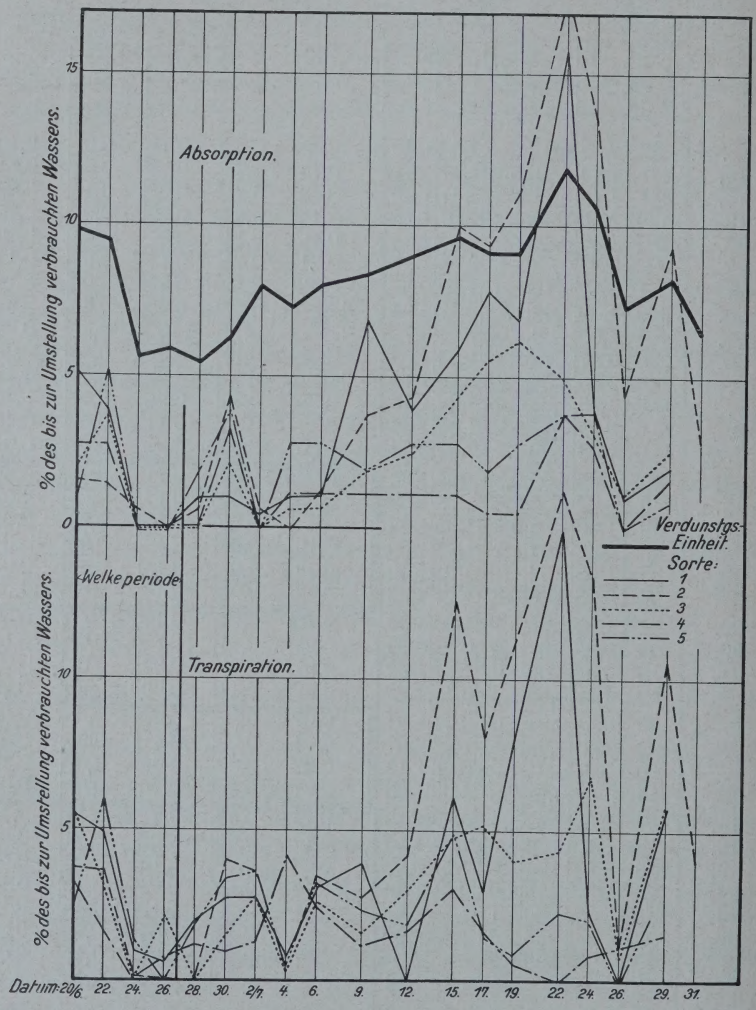


Abb. 13.

bis 37° C), wesentlich angestiegen war. Am stärksten welkten Pflugs Früh und Friedrichswerther Berg, während die anderen trotz Welkens ein verhältnismäßig frisches Aussehen zeigten. Die

Lösung mußte alle 2 Tage erneuert werden, da sonst Zuckergärung eingetreten wäre. In den kühlen und feuchten Tagen vom 24. bis 26. Juni gewannen die oberen Blätter zum Teil ihre Turgeszenz zurück. Jedoch erwies sich unsere Methode als noch zu grob, um hier irgendwelche Verschiebungen in den Bilanzverhältnissen exakt zu ermitteln. Als ein besonderer Mangel stellte sich heraus, daß wir keine Möglichkeit besaßen, während und unmittelbar nach dem Welken Gewichtsveränderungen der Pflanzen einwandfrei zu erfassen, sodaß die durch Wägungen ermittelten Transpirationsgrößen in diesem Zeitabschnitt keine große Genauigkeit besitzen. Auch die für die Absorption erhaltenen Werte leiden darunter, daß eine etwaige Veränderung der Volumenverhältnisse während des Welkens nicht berücksichtigt werden konnte. Die Methodik hoffen wir auch in dieser Hinsicht noch zu verbessern. Nach der Beendignng der Welkeperiode am 26. Juni wurden die Wurzeln gründlich abgespült und die Pflanzen blieben einen Tag lang im reinen Wasser, bevor sie wieder in die früheren Nährlösungen übertragen wurden.

Wegen der soeben erwähnten Mängel der Methodik lassen sich Sortenunterschiede während und im Welken nicht erkennen. Ich begnüge mich daher auch mit der graphischen Darstellung der Transpirations- und Absorptionswerte (in Prozenten des Mittels aus Wasseraufnahme und Wasserabgabe bis zur Umstellung) in Abb. 13.

Es ergibt sich sich in Übereinstimmung mit Montfort (84) deutlich aus dem Linienverlauf der Wasserverbrauchswerte, daß bei plötzlicher Erschwerung des Wasserhaushalts infolge eines höheren statischen Widerstandes der Nährlösung die Absorption der Transpiration vorauseilt. Inwieweit nach erfolgter Umstellung auf die alten Verhältnisse auch hier wieder der veränderte Wasseraushalt in der Absorption zuerst zum Ausdruck kommt, geht nicht ganz klar aus den Anstiegwerten hervor. Um so deutlicher wird aber das Bild der einzelnen Sorten, nachdem sich die Pflanzen von der Mangelperiode erholt haben. Wir sehen die Linien der Sorte 1 und 2 sich weit über die anderen Sorten erheben. Sorte 3 hält sich in der Mitte. Wir können auch die tatsächlichen Wasserverbrauchsraten vom Zeitpunkt der Umstellung an addieren und erhalten dann:

Tabelle 46.

Sorte	1	2	3	4	5
I. Wasserverbrauch bis 18. VI.	205	405	405	466	265
II. „ vom 19. VI. bis Ernte .	222	404	196	111	127
III. II in % von I	108	99,8	48,4	23,8	48,0

Wenn wir die Transpiration als Leistungskriterium eines Organismus betrachten, wie es Scheibe (105) tut, dann ergibt sich hieraus mit genügender Deutlichkeit, daß Pflugs Früh und v. Kalbens Vienauer durch das Welken weniger in der Gesamtentwicklung und ihren Lebensäußerungen beeinträchtigt wurden als die Sorten Probsteier und Friedrichswerther Berg.

Der Vollständigkeit halber seien auch die erzielten Enderträge bei der Reife wiedergegeben. Wenn dieselben auch keine Beweiskraft besitzen, da die Wasserkulturen im Augenblick als quantitative Methode zur Bestimmung der Ertragsfähigkeit in der jetzt noch vorliegenden mangelhaften technischen Durcharbeitung wohl nicht in Frage kommen, so zeigen sie aber doch eine gewisse Übereinstimmung mit den Beobachtungen in Gefäß- und Freilandversuchen.

Tabelle 47.

Sorte	In Nährlösung						Nährlösung + Zuckerzusatz					
	Erträge			Wasserverbrauch in l	Produktivität der Transpiration		Erträge			Wasserverbrauch in l	Produktivität der Transpiration	
	Gesamt	Korn	Kornanteil		Gesamt	Korn	Gesamt	Korn	Kornanteil		Gesamt	Korn
1	11,9	4,2	35,3	5,7	2,09	0,74	3,39	0,66	29,5	0,43	7,8	1,54
2	9,1	5,0	55,0	8,05	1,13	0,62	6,41	1,61	25,1	0,81	7,9	2,00
3	28,8	5,6	19,5	10,08	2,86	0,56	5,22	0,37	7,1	0,60	8,7	0,62
4	26,5	6,5	24,5	14,80	1,79	0,44	4,69	0,34	7,3	0,58	8,1	0,59
5	29,1	5,8	19,9	10,5	2,77	0,55	3,94	0,57	14,4	0,39	10,5	1,46

Sowohl in der Produktivität der Transpiration als auch im Verhältnis Korn : gesamte oberirdische Substanz finden wir in Übereinstimmung mit unseren Untersuchungen einen höheren Kornanteil und höhere Produktivität (bezogen auf die Kornerträge) bei den Sortenxerophyten. Die Produktivität der Transpiration ist durch die vorübergehende Erschwerung des Wasserhaushalts gestiegen.

Da wir im Sommer 1929 die Pflanzen in den Kulturen reifen ließen, war leider keine Möglichkeit, die frischgewichts- und flächenrelative Transpiration der Sorten zu prüfen. Ich führe daher noch die Ergebnisse der Vorversuche 1928 an. Diese Untersuchungen wurden 8 Tage nach dem Rispenschieben abgeschlossen und wir bestimmten Frischgewicht und Blattoberfläche je Gefäß. Die Bestände hatten unter Chlorose gelitten und waren sehr unausgeglichen. Die hier wiedergegebenen Zahlen sind aber Mittelwerte von 10 Gefäßen zu je 8 Pflanzen (wir verwendeten seinerzeit größere Kulturgefäße), so daß sie dennoch einen gewissen Durchschnittswert besitzen.

Tabelle 48.

Sorte	Wasserverbrauch in ccm	Frischgewicht in g	Oberfläche in qdm	Relativer Wasserverbrauch		
				$\frac{t}{g}$	$\frac{t}{fl}$	$\frac{fl}{g}$
1	3770	95,9	102,0	39,3	37,0	1,06
3	3870	102,1	98,4	37,9	39,3	0,965
4	3200	83,6	135,8	38,3	23,6	1,62

Die Ergebnisse stimmen mit denjenigen von Scheibe in Wasserkulturen überein und bestätigen in vollem Maße unsere schon eingehend dargelegte Auffassung des Transpirationsproblems. Bedeutsamer ist aber die durch die Wasserkulturmethode ermittelte Tatsache, daß unsere Sortenxerophyten tatsächlich größeren Schwankungen im Wassergehalt unterworfen sind und diese ohne Schädigung ertragen, während die Hygrophyten dagegen das Bestreben besitzen, ihre Wasserbilanz im Gleichgewicht zu halten und sich hohen Wassergehaltsabnahmen gegenüber empfindlich zeigen. Hiermit erhalten aber unsere oben entwickelten Anschauungen über die physiologischen Grundlagen der Dürreresistenz eine weitere experimentelle Bestätigung.

4. Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit war weniger die eingehende Behandlung einiger am Wasserhaushalt beteiligter Faktoren als die Darstellung der ökologischen Gesamtwirkung aller Faktoren in ihrer Abhängigkeit vom Wasser beabsichtigt. Daher ist nicht die

Schaffung neuer fertiger Methoden für die landwirtschaftlich-züchterische Praxis Endzweck dieser Arbeit, sondern Klärung von grundlegenden Fragen, die sich bei Übertragung der in der reinen Botanik herrschenden Anschauungen auf die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen ergeben.

In Anlehnung an die Auffassung von Maximow und Huber wird der in der Sortenkunde allgemein gebräuchliche Begriff Xerophytismus dahingehend definiert: nicht Trockenheitsliebe, sondern die Fähigkeit einer Sorte, während ihrer Vegetation Perioden des Wassermangels (durch Bodentrockenheit und hohe Verdunstungskraft der Luft) ohne erhebliche Einbuße ihrer Leistungsfähigkeit zu überwinden, entscheidet darüber, ob wir sie als Xerophyten bezeichnen sollen oder nicht. Als leistungsfähig sind aber nur solche Sorten und Züchtungen anzusehen, welche unter den betreffenden Anbaubedingungen in qualitativer und quantitativer Hinsicht die relativ größte Produktion an Erntesubstanz (bei den Getreidearten besonders Kornertrag) besitzen. Diese Einteilung der Sortenxerophyten nach ihrer Dürreresistenz, bei welcher weniger das Schwergewicht auf die Eigentümlichkeit des Wasserverbrauchs als auf die Anpassungsfähigkeit an die hinsichtlich der Feuchtigkeit wechselnden Standortverhältnisse gelegt wird, besitzt noch verschiedene Mängel. Die wichtige Frage der Einwirkung von verschieden hohen Nährstoffgaben und des Kulturzustandes des Bodens auf die Widerstandsfähigkeit der Pflanze in Trockenperioden ist in der Definition noch nicht enthalten. Die Begriffsbestimmung wird erweitert und vervollständigt werden, sobald wir über die physiologischen Grundlagen der Dürreresistenz unserer Kulturarten und Rassen unterrichtet sind.

Zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit unter Außenbedingungen, in denen die Pflanze in verschieden starkem Masse Wassermangel leidet, diente uns in erster Linie der Gefäßversuch. Es wurden einige ökologisch verschiedene Hafersorten geprüft. Die durch praktische Erfahrung gewonnenen Anschauungen über die Leistungsfähigkeit der Sorten bei Trockenperioden werden durch sämtliche Versuche betätigt. Die Sortenxerophyten schneiden in den Serien mit vorübergehenden Durstperioden oder bei auf andere Weise veränderten Wasserverhältnissen mit den höchsten Erträgen ab. Dabei zeichnen sich Xerophyten durch einen höheren Kornprozentanteil aus. Es erwies sich der Gefäßversuch als sehr

brauchbar für unsere Sortenversuche und es ist zu hoffen, daß nach weiterer Ausarbeitung dieser Versuche mit eingeschobenen Wassermangelperioden eine brauchbare quantitative Methode gefunden wird, unsere trockenresistenten Sorten zu ermitteln.

Es wurde nun die Erforschung der Frage versucht, welche morphologischen und physiologischen Eigentümlichkeiten die Pflanze befähigen, das veränderte Gleichgewicht zwischen Außenbedingungen und regulationsfähigem Organismus aufrecht zu erhalten bezw. wieder herzustellen. Durch ein eingehendes Literaturstudium gewannen wir die Überzeugung, daß man von einer einseitig morphologischen Betrachtungsweise eine Lösung des Xerophytenproblems nicht erwarten darf. Wir müssen von der Erforschung der physiologischen Vorgänge ausgehen und untersuchen, ob und inwieweit denselben der Charakter des „Erhaltungsmäßigen, des Ganzheiterhaltenden" zukommt. Nur wenn wir die verschiedenen Baueigentümlichkeiten und Strukturveränderungen als kausal bedingte Gestaltungsvorgänge physiologischer Regulationen ansehen, ist das In- und Durcheinandergreifen der verschiedenen, am Wasserhaushalt beteiligten Faktoren und das korrelative Verbundensein der einzelnen Organe und Funktionen verständlich. Wir lernten die verschiedenen morphologischen und anatomischen Merkmale in ihrer hohen Modifizierbarkeit durch Wasser kennen; aber keines dieser Merkmale reicht aus, um daraus allein den Grad des Xerophytismus einwandfrei bestimmen zu können. Die Mittel, mit denen eine Sorte eine bestimmte Wirkung erzielt, können je nach systematischer Stellung und physiologischer Eigenart der Sorte sehr verschieden sein.

Die Untersuchung der äußeren Gestaltungsvorgänge der Pflanze wird aber dann inhaltsreicher, wenn wir die verschiedenen Anpassungsformen zu einer indirekten Beweisführung für das Vorhandensein höherer osmotischer Werte bei den Xerophyten benutzen und durch Erforschung der Richtung der Anpassungen einen Vergleich zwischen funktionellen und ökologischen Anpassungen anstellen. Die Sortenxerophyten in vorliegender Arbeit besitzen eine geringere relative Wurzelmasse, eine geringere Oberflächenentwicklung (d. h. geringere Blattmenge im Verhältnis zur gesamten oberirdischen Substanz), Besonderheiten im anatomischen Bau und einen schnelleren Entwicklungsrhythmus. Es konnte gezeigt werden, daß die verschiedenen habituellen Veränderungen auf

einen Parallelismus zwischen funktionellen Anpassungen und erblich fixierten ökologischen Anpassungsmerkmalen hinweisen. Die funktionellen Anpassungen liegen in gleicher Richtung wie die ökologischen.

Wir konnten sowohl an Teilen ein und derselben Pflanze als auch bei Vertretern verschiedener ökologischer Gruppen feststellen, daß dort, wo eine xeromorphe Struktur der Pflanze vorliegt, dieselben einwirkenden Außenfaktoren nach den Untersuchungen verschiedener botanischer Forscher auch zu einer Erhöhung des osmotischen Wertes geführt haben müssen. Es steht daher auch bei unserem Material nichts im Wege, die xeromorphen funktionellen Anpassungen als kausal durch Steigerung des osmotischen Wertes bedingt anzusehen. Besonders die Beobachtungen im Blattbau der verschieden inserierten Blätter, sowie die Veränderungen in den Entwicklungsvorgängen bei Wassermangel sprechen deutlich für die Annahme dieser kausalen Verkettung von Zellsaftkonzentration, Wachstum und äußerer Gestaltung.

Von diesen Gesichtspunkten aus wurden nun die einzelnen Probleme des Wasserhaushalts behandelt. An Hand eingehender experimenteller Prüfungen stellten wir fest, daß die Transpiration unter normalen Verhältnissen und bei mittlerer Erschwerung der Wasserversorgung nicht als Kriterium der Dürreresistenz geeignet ist. Die auf die Einheit Frischgewicht wenig transpirierenden Sorten kann man daher noch nicht als für Trockengebiete geeignet ansehen. Der Ansicht Arlands mußte in diesem Punkte widersprochen werden. Wir lernten aber die Transpirationsmethode Arlands als eine für unsere sortendiagnostischen Untersuchungen brauchbare Methode kennen.

Wenn wir somit bei Vorhandensein xeromorpher Strukturen unter normalen und mäßig erschwerten Bedingungen weniger auf eine eingeschränkte als auf eine verstärkte Transpiration schließen können, so ändert sich das Bild aber völlig, sobald die Pflanze zu andauerndem Welken gezwungen ist und einen weiteren Rückgang des Wassergehalts vermeiden muß. Sobald nämlich der Transpirationsstrom in der Pflanze mehr oder weniger aufhört, müssen wir die xeromorphen Systeme ganz anders bewerten. Wir stellten sowohl mit unseren Gefäßversuchen als auch durch Prüfung einzelner Halme in hochmolekularen Lösungen fest, daß xeromorphe Pflanzen im Zustande des andauernden Welkens eine geringere Transpirationsintensität besitzen. Als Ursache hierfür ist sowohl

die geringere Oberflächenentwicklung xeromorpher Systeme, als auch insbesondere die größere wasserzurückhaltende Kraft der Blätter infolge des höheren osmotischen Wertes des Zellsaftes anzusehen. Leider reichte das Untersuchungsmaterial für eine einwandfreie Feststellung des Grades der Wassergehaltsabnahme, bei dem die verschiedenen ökologischen Sortengruppen zur äußersten Abwehrwirkung, zum andauernden Welken greifen, nicht aus. Der Welkungskoeffizient von Briggs und Shantz ist für diese Zwecke ungeeignet, da der Eintritt des Welkens sich nach dem Transpirationsvermögen der Sorten und den gerade herrschenden Außenbedingungen richtet. Die Erscheinung, daß bei fehlender Wasserzufuhr die Sortenxerophyten eher Welkeerscheinungen zeigen als die Hygrophyten, läßt darauf schließen, daß die ersteren ihre Transpiration länger im vollen Maße aufrecht erhalten, um dann um so schneller und ausgiebiger ihre Transpiration vollständig einzuschränken. Diese Annahme hat aber zur Voraussetzung, daß unsere Xerophyten weniger empfindlich gegen Wassergehaltsabnahmen sind und größere periodische Schwankungen im Wassersättigungsgrad ohne Schädigung ertragen können. Eine experimentelle Bestätigung dieser Annahme erhielten wir durch die quantitative Bestimmung des im Zellsaft vorhandenen osmotisch wirksamen Zuckers sowie die Untersuchung der Bilanzverhältnisse in Wasserkulturen. Wir stellten bei den Zellsaftuntersuchungen bei einem Vergleich der Ergebnisse von Spätnachmittag und Mittag fest, daß die Sortenxerophyten um die Mittagszeit an heißen Tagen größere Wasserverluste erleiden; mit der Gehaltsabnahme an Wasser verläuft aber proportional die Zunahme von Zucker im Zellsaft. Hiermit findet auch die Bildung einer größeren Menge osmotisch wirksamer Substanzen im Zellsaft der Xerophyten ihre kausale Begründung. In den Wasserkulturen konnten wir nicht nur das häufigere Vorhandensein von Unterbilanz bei den Xerophyten nachweisen, sondern auch die durch die Gefäßversuche einwandfrei ermittelte Tatsache bestätigen, daß die Sortenxerophyten Perioden des Wassermangels insbesondere des andauernden Welkens mit geringerer Einbuße ihres Produktionsvermögens überstehen.

Das somit gezeichnete Bild der Xerophyten wäre aber nicht vollständig, wenn wir nicht die verschiedenen Baueigentümlichkeiten der Pflanzen und Besonderheiten im Wasserhaushalt in ihrer Bedeutung für den Assimilationsprozeß betrachten. Die

Xerophyten mit ihrer kürzeren Vegetationsdauer und ihrer geringeren Entwicklung assimilationsfähiger Blattflächen müssen eine höhere photosynthetische Energie besitzen; anders sind die relativ hohen Werte organischer Massenproduktion und besonders die höheren Kornanteile bei den Sortenxerophyten nicht zu erklären. Es ergeben sich sowohl bei der Untersuchung der morphologischen und anatomischen Merkmale als auch besonders bei der Analyse der frischgewichtsrelativen Transpiration wichtige Hinweise für die höhere Assimilationsenergie der Xerophyten. Die Blätter der Sortenxerophyten besitzen nicht nur bessere Durchlüftungseinrichtungen in Gestalt einer größeren Gesamtporenfläche, wodurch die geringere Oberflächenentwicklung wieder wettgemacht wird, sondern sie zeichnen sich auch durch größere Flächentranspiration aus. Beide Momente weisen aber auf eine bessere Ausnutzung des Lichtes und einen schnelleren Ablauf der Bildungsvorgänge im Blatt hin. Die Sorten mit geringer Oberflächenentwicklung und besseren Durchlüftungseinrichtungen werden einmal unter normalen und mäßig erschwerten Wasserverhältnissen das Licht besser ausnutzen, indem die kleinere Blattoberfläche energischer arbeitet, zum andern aber auch den Wasserverbrauch während des Welkens auf ein Minimum einschränken können. So sehen wir daraus, daß wir bei Erforschung unseres Xerophytenproblems die xeromorphen Merkmale nicht allein als Anpassung an den Wassermangel ansehen dürfen, sondern auch auf ihre assimilatorische Leistung hin beurteilen müssen. Vielleicht ist die große Oberflächenentwicklung des Probsteier Hafers und seines Abkömmlings des Friedrichswerther Berg mehr eine Anpassung an die schlechteren Assimilationsbedingungen des kühleren Küstenklimas mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit als an die Wasserverhältnisse. Nach einem andauernden Welken scheinen unsere Sortenxerophyten einen geringeren Verlust an Assimilationsenergie erlitten zu haben. Inwieweit hier bei den Blättern dieser dürreresistenten Formen geringere Schädigungen im Regulierungsvermögen und der Funktionstätigkeit der Spaltöffnungen infolge einer weniger starken Plasmaentquellung vorliegen, müssen weitere Untersuchungen lehren. Jedenfalls konnten wir durch Berechnung der Produktivität der Transpiration, wenn wir die Kornerträge als Maß der aufgespeicherten Assimilate zugrunde legen, feststellen, daß bei den Xerophyten der Transpirationsstrom mit größerem Nutzeffekt durch die Pflanze geht.

Es wird unsere weitere Aufgabe sein, die vielseitigen Beziehungen, welche sich zwischen Wasserhaushalt und den anderen wichtigen stoffwechselphysiologischen Vorgängen wie Assimilation, Wanderung und Wandlung der Assimilate, Aufnahme und Bewegung des Nährstoffstromes, ergeben, zu erforschen. Darüber hinaus werden wir künftighin den Zustand des andauernden Welkens und die verschiedenen dem Welken vorausgehenden Vorgänge und Veränderungen im Wassersättigungszustand der Pflanze eingehend zu untersuchen haben. Durch die Erforschung dieser Gesichtspunkte wird das Problem des Xerophytismus unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen weitere Förderung und Vertiefung erfahren.

Zum Schluß möchte ich meinem hochverehrten Lehrer und Chef Herrn Professor Dr. Tornau ergebenst danken für die ständige Förderung meiner Arbeiten mit Rat und Tat. Ferner danke ich Herrn Professor Dr. v. Wettstein und Herrn Privatdozent Dr. Schmucker, welche liebenswürdigerweise mir die Bibliothek des Pflanzenphysiologischen Institutes jederzeit zur Benutzung zugänglich machten. Ebenso gebührt mein Dank allen meinen Mitarbeitern im Institut für Pflanzenbau, welche mir zeitweise bei der Sammlung und Sichtung des umfangreichen Materials behilflich waren.

5. Literatur.

1. Anbuhl, H., s. Mitscherlich. — 2. Arland, A., Das Problem des Wasserhaushaltes bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in kritisch-experimenteller Betrachtung. Wiss. Archiv f. Landw. 1928. — 3. Bächer, J., Über die Abhängigkeit des osmotischen Wertes von einigen Außenfaktoren. Beih. z. bot. Zentralbl. 37, 1920. — 4. Bachmann, F., Über die Beziehungen zwischen dem Wassergehalt des Bodens und seinem Wasserdampfdruck sowie über diejenigen zwischen Saugkraft des Bodens und dem Welken der Pflanze. Bd. 4, Planta 1924. — 5. Baule, B., Prinzipielle Überlegungen zum Wachstumsgesetz. Landw. Jahrb. 54, 1920. — 6. Baumann, E., Deutsche Pflanzenzuchten. Stuttgart 1928. — 7. Behrens, W., Die Sicherheit v. Ertragsdifferenzen n. d. Wahrscheinlichkeitslehre. Pflanzenbau 1828/29. — 8. Berkner, F., Getreidebau. Berlin 1928. — 9. Berkner u. Schlimm, Untersuch. über den Wasserverbrauch von 10 Sommerweizensorten. v. Rümker-Festschrift 1929. — 10. Becker, J., Handbuch des Getreidebaues. Berlin 1927. — 11. Benecke-Jost, Pflanzenphysiologie I u. II. Jena 1923/24. — 12. Beseler, O., Ratschläge für den Anbau des Hafers. Mitt. d. DLG. 1891. — 13. Blanck, E., s. Pfeifer. — 14. Boas, F., Die Pflanze als kolloides System. Naturw. u.

Landw., Heft 14, 1928. — 15. Boekholt, Untersuchungen über die Morphologie der Sommergerste in Beziehung zu ihrem Wasserbedarf. Journal f. Landw. 1927. — 16. Briggs, L. S., u. Shantz, H. L., The water requirement of plants. II Review of the literature U. S. Dept. of agriculture Bureau of plant industry Bull. 285, 1913. — 17. Dieselben, The water requirement of plants as influenced by environment. Proz. Second Pan-America-Scientific Congress 1917. Zitiert nach Maximow. — 18. Dieselben, Daily transpiration during the normal growth period and its correlation with the weather Journ. of Agr. Research 1916. Ref. Jahrb. f. Agr. Chemie 1916. — 19. Dieselben, The relative wilting coefficients for different plants. Bot. Gaz. 53, 1912. — 20. Brilliant, B., La teneur en eau dans le feuilles et l'energie assimilatrice. C. r. Acad. Sci. 178, 1924. — 21. Brown, H., u. Escombe, Researches of some of the Physiolical Processes of Green Leaves. Proc. of the Roy Soc. of London Ser. B, Bd. 76, 1905. — 22. Buchinger, A., Saugkraftmessungen (osmot. Verhalten) verschiedener Gerstensorten. Fortschr. d. Landw., S. 344, 1928. — 23. Burgerstein, A., Die Transpiration der Pflanzen. Jena 1904, 1920, 1925. — 24. Caldwell, J. S., The relation of environmental conditions to the phenomenon of permanent wilting in plants. Physiol. 1, 1913. — 25. Chiritescu-Arva, Der Einfluß der Trockenperiode auf die Sommerweizensorte Ulca. Landw. Jahrb. 1929. — 26. Derselbe, Der Einfluß des optimalen Wassergehaltes des Bodens an der Pflanze während verschiedener Entwicklungsstadien. Fortschr. d. Landw., Bd. II, 1927. — 27. Christiansen-Weniger, F., Anatomische Untersuchung des Blattbaues der F_2-Generation einer Unterartkreuzung bei Triticum und der Versuch einer physiol. Deutung der Befunde. Landw. Jahrb. 61, 1925. — 28. Dietrich, M., Die Transpiration der Schatten- und Sonnenpflanzen in ihren Beziehungen zum Standort. Jahrb. f. wissensch. Botanik 65, 1926. — 29. Döpke, W., Untersuchungen an Hafersorten über die Modifizierbarkeit der als Kennzeichen für die Wasseransprüche dienenden Eigenschaften. Diss. Göttingen 1929. — 30. Driesch, H., Ordnungslehre. Ein System des nicht metaphysischen Teils der Philosophie. Jena 1923. — 31. Eibl, A., Osmotische und Saugkraftmessungen. Fortschr. d. Landw. 1926. — 32. Fitting, H., Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen. (Ein Beitrag zur ökologischen Pflanzengeographie), Zeitschr. f. Botanik, Bd. 3, 1911. — 33. Fruwirth, Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. 4, 1923. — 34. Gante, T., Über den osmotischen Druck einiger einheimischer Xerophyten und Beobachtungen über das Verhalten ihrer Stomata. Diss. Jena 1916. — 35. Gieren, W., Untersuchungen über die Morphologie des Hafers in Beziehung zu seinem Wasserbedarf. Journ. f. Landw. 1927. — 36. Gradmann, H., Die Windschutzeinrichtungen in den Spaltöffnungen der Pflanze. Jahrb. f. wiss. Bot. 62, 1923. — 37. Grafe, V., Ernährungsphysiolog. Praktikum der höheren Pflanzen. Berlin 1914. — 38. Harris, I. A., An extension to 5,99° of tables to determine the osmotic pressure of expressed vegetable saps from the depression of the freezing-point. Amer. Journ. Bot. 1915. — 39. Harris, I. A., Hoffmann, C. T., u. Hoffmann W. F., Sulphate content of the leaf tissue fluids of Egyptian and Upland cotton. Journ. Agric. Res. 31, 1925. — 40. Heinisch, O., Beitrag zur Methodik der Untersuchung v. Wintergetreide auf Kälteresistenz. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtg., Bd. 14,

1928. — 41. Heine, F., Haferanbauversuche. Ref. Zentralbl. f. Agr. Chemie, 1888—1891. — 42. Hellriegel, H., Beiträge zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues. Braunschweig 1883. — 43. Heuser, W., Die Bedeutung der Zellgröße für die Pflanzenzüchtung. Diss. Halle 1915. — 44. Derselbe, Untersuchungen über den anatomischen Bau des Weizenblattes je nach der Höhe seines Standorts am Halm und unter dem Einfluß äußerer Bedingungen. Kühn-Archiv, Bd. 6, 1915. — 45. Derselbe, Anatomisch-morphologische Untersuchungen über den Bau der Blätter verschiedener Winterweizensorten. Pflanzenbau 1924/25. — 46. Hildebrandt, J., Untersuchungen über das Wasserbedürfnis 15 verschiedener Haferzüchtungen bei voller Wasserkapazität. Bot. Archiv 1927. — 47. Huber, Die Beurteilung des Wasserhaushaltes der Pflanze. Jahrb. f. Bot., Bd. 64, 1925. — 48. Derselbe, Die Transpiration in verschiedener Stammhöhe. Zeitschr. f. Bot. 1923. — 49. Derselbe, Zur Physik der Spaltöffnungstranspiration. 1. Das maximale Diffusionsvermögen von Porenmembranen, 2. Die Abhängigkeit der Verdunstungsgröße von der Porendichte. Berichte d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 46, 1928. — 50. Iljin, V., Der Einfluß des Welkens auf den Zustand der Schließzellen im allgemeinen. Jahrb. f. Bot., Bd. 61, 1922. — 51. Derselbe, Die Wirkungen hochkonzentrierter Lösungen auf die Stärkebildung und die Spaltöffnungen der Pflanzen. Jahrb. f. Bot., Bd. 61, 1922. — 52. Janisch, E., Das Exponentialgesetz als Grundlage einer vergleichenden Biologie. Berlin 1927. — 53. Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena 1913. — 54. Kaiser, C., Beiträge zur Anatomie der Blattorgane des Hafers und der Gerste in ihrer Beziehung zur Pflanzenzüchtung. Landw. Jahrb. 61, 1925, — 55. Kamerling, Z., Welche Pflanzen sollen wir Xerophyten nennen? Flora, Bd. 106, 1914. — 56. Kampe, Studien über Bewurzelungsstärke und Wurzeleindringungsvermögen verschied. Kulturpflanzen. Wiss. Arch. f. Landw. Abt. A., 1929. — 57. Keller, B. A., Halophyten- und Xerophytenstudien. Journ. of Geology, Bd. 13, 1925. — 58. Kiesselbach, T., Transpiration as a factor in crop production. Agric. Exper. Stn. of Nebraska, Res. Bull. 6, 1916. — 59. Klinkowski, M., Fichtelgebirgshafer und v. Lochows Gelbhafer. Ein physiol. Vergleich, Angew. Bot. Bd. 11, 1929. — 60. Kolkunow, W., Einige Ergebnisse der Untersuchungen über die Dürrewiderstandsfähigkeit bei Kulturpflanzen. Zeitschr. f. Pflanzenz., Bd. 10, 1925. — 61. Krasnoselski-Maximow, Zur Methodik der Bestimmung von Assimilation und Bewegungen der Spaltöffnungen in natürlichen Verhältnissen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 47, 1929. — 62. Kraus, G., Boden und Klima auf kleinstem Raum. Jena 1911. — 63. Krzymowski, R., Beziehungen zwischen der Betriebsintensität und der Sortenfrage. Jahrb. d. DLG., Bd. 28, 1913. — 64. Lebedincev, E., Physiol. und anatomische Besonderheiten der in trockener und feuchter Luft gezogenen Pflanzen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 45, 1927. — 65. Liebscher, Anbauversuche mit verschiedenen Roggensorten. Arb. d. DLG., Heft 13, 1896. — 66. Livingston, B. E., und Brown, W. H., Relation of the daily march of transpiration to variations in the water content of foliage leaves. Bot. Gaz. 53, 1912. — 67. Lobanow, N. W., Die minimale für die Pflanzenwurzeln zugängliche Bodenfeuchtigkeit. Ref. Journ. f. landw. Wiss. 1925 u. 1926. — 68. Mader, W., Messungen des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse bei floristisch verschiedenen Winter-

weizen und Wintergerstensorten. Fortschr. d. Landw. 1927. — 69. Maximow, N. A., Physiologisch-ökologische Untersuchungen über die Dürreresistenz der Xerophyten. Jahrb. f. wissensch. Bot., Bd. 62, 1923. — 70. Derselbe, The Plant in Relation to Water. London 1928. — 71. Maximow, N. A., und Pojarkowa, A I., Über die physiologische Natur der Unterschiede zwischen Sommer- und Wintergetreide. Jahrb. f. Bot., Bd. 64, 1925. — 72. Meier, J., Zur Kenntnis des osmotischen Wertes der Alpenpflanzen. Diss. Freiburg 1916. — 73. Merkenschlager, F., Methoden zur physiologischen Diagnostik der Kulturpflanzen, dargestellt am Buchweizen. Berlin-Wien 1926. — 74. Meyer, K., Ein neuer Apparat zur praktischen Durchführung der Wasserversorgung von Gefäßversuchen und zur Ermittlung des absoluten Wasserverbrauchs. Journ. f. Landw.. Bd. 77, 1929. — 75. Derselbe, Über die Bedeutung der graphischen Darstellung bei der Auswertung von Samenkeimversuchen. Pflanzenbau, Bd. 5, 1929/29.— 76. Derselbe, Die Einwirkung äußerer Wachstumsbedingungen auf das Keimverhalten von Getreide in Zuckerlösungen. Journ. f. Landw., Bd. 77, 1929. — 77. Derselbe, Was kann die Keimprüfung in Zuckerlösungen (Saugkraftmessung im Keimlingsstadium) für die Untersuchung kulturpflanzenphysiologischer Probleme leisten? Pflanzenbau 1929, 6. Jahrg. — 78. Mitscherlich A. E., Der Sorten- und Stammanbauversuch und sein Einfluß auf die Methode der Pflanzenzüchtung. Mitt. d. DLG. 1925. — 79. Mitscherlich, A. E., Anbuhl, H., Hildebrandt, J., Untersuchungen über den Wasserbedarf und die Säureempfindlichkeit verschiedener Haferzüchtungen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, Bd. 9, 1924. — 80. Mitscherlich, A. E., Bodenkunde f. Land- und Forstwirte, 1923. — 81. Derselbe, Das Wasser als Wachstumsfaktor. Landw. Jahrb., Bd. XII, 1912. — 82. Moliboga, A., Influence of dessication and moistening of the soil at different stages of vegetation on the grow and yield of cereals. Bulletin of appl. bot. gen.-and plant breeding 1927. — 83. Montfort, C., Die Xeromorphie der Hochmoorpflanze als Voraussetzung der physiologischen Trockenheit der Hochmoore. Zeitschr. f. Bot. 10, 1918. — 84. Derselbe, Die Wasserbilanz in Nährlösung, Salzlösung und Hochmoorwasser. Beiträge zu einer vergl. Ökologie der Moor- u. Salzpfl. Zeitschr. f. Bot. 14, 1922. — 85. Muenscher, W. C., The effect of transpiration on the absorption of salts by plant. Americ. journ. of Bot. 9, 1929. — 86. Opitz, K., Untersuchungen über Bewurzelung und Bestockung einiger Getreidearten. Mitt. d. Landw. Inst. d. Univers. Breslau, Breslau 1904. — 87. Opitz u. Rathsack, Über das Verhalten von Getreidesorten bei verschiedenem Wassergehalt des Bodens. v. Rümker-Festschrift. Berlin 1929. — 88. Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. Leipzig 1897. — 89. Pfeiffer, Th., Blanck, u. E., Flügel, M., Wasser und Licht als Vegetationsfaktoren und ihre Beziehungen zum Gesetz vom Minimum. Landw. Vers.-Stat., Bd. 76, 1912. — 90. Pfeiffer, Th., Rippel, A., u. Pfotenhauer, Über den Einfluß von Durstperioden auf das Wachstum der Pflanze. Landw. Vers.-Stat., Bd. 96, 1920. — 91. Przibram, H., Aufbau mathematischer Biologie. Berlin 1923. — 92. Reinke, J., Grundlagen einer Biodynamik. Abh. zur theoret. Biologie. Berlin 1922. — 93. Remy, Th., Die Wasserversorgung der Kulturgewächse als landwirtschaftliches Problem. Monatshefte f. Landw. 1908. — 94. Derselbe, Der Gefäßversuch als Hilfsmittel der Sortenprüfung. Jahrb. d. DLG. 1906. — 95. Renner, O., Beiträge

zur Physik der Transpiration. Flora, Bd. 100, 1910. — 96. Derselbe, Zur Physik der Transpiration. I. Ber. d. Deutschen bot. Ges., Bd. 29, 1911. — 97. Rippel, A., Der Einfluß der Bodentrockenheit auf den anatomischen Bau der Pflanzen..... Beiheft z. bot. Zentralbl., Bd. 36, 1919. — 98. Derselbe, Die gesetzmäßige Erforschung von Reaktionsgleichgewicht (Produktionskurve) und Reaktionsgeschwindigkeit (Wachstumskurve) bei den höheren Pflanzen. Journ. f. Landw., Bd. 70, 1922. — 99. Derselbe, Wachstumsgesetze bei höheren und niederen Pflanzen. Naturwissensch. und Landw., Heft 3. — 100. Rippel A., u. Meyer R., Ertragsgesetz gegen Wirkungsgesetz. Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Düng., Teil A., Bd. 14, 1929. — 101. Romell, Über das Zusammenwirken der Produktionsfaktoren. Jahrb. f. Bot., Bd. 65, 1926. — 102. Römer, Th., Rudorf W. und Lueg, H., Das Refraktometer als Hilfsmittel zur Bestimmung der Winterfestigkeit b. Winterweizen. Forschr. d. Landw., Bd. 3, 1928. — 103. Römer, Th., Beiträge zur Züchtung des Winterweizens. Mitt. d. DLG., Heft 43, 1929. — 104. Rübel, E., Experimentelle Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Wasserleitungsbahn und Transpirationsverhältnisse bei Helianthus annuus. Beih. z. bot. Zentralbl., Bd. 37, 1920. — 105. Scheibe, A., Morphologisch physiologische Untersuchungen über die Transpirationsverhältnisse bei der Gattung Triticum und deren Auswertung für Pflanzenzüchtung und Kulturpflanzenökologie. Angew. Bot., Bd. 9, 1927. — 106. Derselbe, Systematik und Entwicklungsrhythmus unserer Getreidesorten. Fortschr. d. Landw., Bd. 2, 1927. — 107. Scherpe, Untersuchungen über die durch salzartige Bodenbestandteile verursachten Schädigungserscheinungen an Haferpflanzen. Arb. d. biol. Reichsanst., Heft 1, Berlin-Dahlem 1928. — 108. Schimper, A., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898. — 108a. Schmidt, O., Über den Entwicklungsverlauf beim Getreide. Landw. Jahrb., Bd. 45, 1913. — 109. Schneider, G., Vegetationsversuche mit 88 verschiedenen Hafersorten. Landw. Jahrb., Bd. 42, 1912. — 110. Schröder, H. und Horn, T., Das gegenseitige Mengenverhältnis der Kohlehydrate im Laubblatt in seiner Abhäng. vom Wassergehalt. Bioch. Zeitschr., Bd. 130, 1922. — 111. Schulze, B., Wurzelatlas. Berlin 1911 u. 1914. — 112. Schwartz, G., Die Modifizierbarkeit morphologischer Eigenschaften bei der Julikartoffel. Angew. Botanik, 1927. — 113. v. Seelhorst, C., Die Bedeutung des Wassers im Leben der Kulturpflanze. Journ. f. Landw., Bd. 59, 1911. — 114. v. Seelborst, C. und Krzymowski, Versuch über den Einfluß, welchen das Wasser in den verschiedenen Vegetationsstadien des Hafers auf sein Wachstum ausübt. Journ. f. Landw., 1905. — 115. v. Seelhorst, C. und Freckmann, Der Einfluß des Wassergehalts des Bodens auf die Ernte des Hafers bei verschiedener Bodenfeuchtigkeit. Journ. f. Landw., Bd. 51, 1903. — 116. v. Seelhorst, C. u. Tucker, Der Einfluß welchen der Wassergehalt und der Reichtum des Bodens auf die Ausbildung der Wurzeln und der oberirdischen Organe der Haferpflanze ausüben. Journ. f. Landw., 1898. — 117. Seybold, A., Die physikalische Komponente der pflanzlichen Transpiration. Berlin 1929. — 118. Derselbe, Qualitativ-kinematische Betrachtung über die Transpiration- und Diffusionsverhältnisse von Flächen mittlerer Blattgröße. Bd. 4, Planta 1927. — 119. Shive, J. W. u. Livingston, B. E., The relation of the atmospheric evaporating power to soil moisture content at permanent wilting in plants.

Plant World, Bd. 17, 1914. — 120. Sorauer, P., Einfluß der Wasserzufuhr auf die Gerstenpflanze. Bot. Zeitung, 1873. — 121. Stefan, J.. Versuche über die Verdampfuug. Sitzungsbericht d. Akademie d. Wissenschaften, Math.-naturw. Klasse I, Wien, Bd. 68, 1873. — 122. Stocker, O., Die Transpiration und Wasserökologie nordwestdeutscher Heide- und Moorpflanzen. Zeitschr. f. Bot., Bd. 15, 1923. — 123. Thomas, A., Studien über den Wasserhaushalt des Hafers. Diss. Leipzig 1927. — 124. Tornau, O., Göttinger Hafer I. II. III., eine Sortenbeschreibung, Diss. Göttingen 1911. — 125. Tornau, O. u. Meyer, K., Ein Beitrag zum Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren. Journ., Bd. 77, 1929. — 126. Tulaikow, N. M., Das Wasserbedürfnis der Pflanze nach den Ergebnissen der Vegetationsversuche. Ber. landw. Vers.-Stat. Saratow, Bd. 3, 1922. zit. a. Maximow, 70. — 127. Tumanow, J., Ungenügende Wasserversorgung und das Welken der Pflanze als Mittel zur Erhöhung ihrer Dürreresistenz. Planta 1927. — Turner, Th., Studies of the mechanisme of the physiological effekts of certain mineral salts in altering the ratio of top growth to root growth in seed plants. Amer. Journ. of Bot. 9, 415. — 129. Tschermak, Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Bd. 4, Berlin 1923. — 130. Ungerer, E., Die Regulationen der Pflanze. Berlin 1926. — 131. Ursprung, A. u. Blum, G., Über die osmotischen Schwankungen des osmotischen Werts. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 34, 1916. — 132. Dieselben, Über den Einfluß der Außenbedingungen auf den osmotischen Wert. Ebendaselbst. — 133. Vavilow u. Jakushkin, Eine anatomische Uutersuchung einiger Haferrassen mit Rücksicht auf die Frage über die Beziehungen zwischen dem anatomischen Bau und den physiologischen Eigenschaften der Pflanze. Journ. f. exper. Landw., 1907. — 134. Wagner, Beziehungen des Wachstums der Pflanze zur physikalischen Chemie. Landw. Jahrbücher, Bd. 62, 1925. — 135. Walter, H., Der Wasserhaushalt der Pflanze in quantitativer Betrachtung 1925. Naturwissensch. u. Landwirtschaft, Heft 6. — 136. Derselbe, Die Anpassungen der Pflanzen an Wassermangel. Naturw. u. Landw., Heft 9, 1926. — 137. Derselbe, Über Preßsaftgewinnung für kryoskopische Messungen des osmotischen Werts der Pflanzen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 46, 1928. — 138. Werneck-Williграin, Sortenbau auf pflanzengeographischer Grundlage. Mitt. d. DLG., 1922. — 139. Derselbe, Die Pflanzenzüchtung auf pflanzengeographischer Grundlage. Pflanzenbau 1924/25 u. 1925/26. — Wollny, E., Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik. Bd. 4, 1881. — 141. Derselbe. Forschungen auf dem Gebiet der Agrikulturphysik. Bd. 12, 1889. — 142. Yapp, R. H., Spiraea Ulmaria and its bearing to the problem of xeromorphy in marsh plants. Ann. of botany 26, 1912. — 143. Zade, A., Die mit dem neuen Verfahren (Anwelkmethode) bei Getreide und Hackfrüchten erzielten praktischen Ergebnisse. Mitt. d. DLG., 1929. — 144. Derselbe, Der Hafer. Eine Monographie auf wissensch. u. prakt. Grundlage, Jena 1918. — 145. Zederbauer, E., Die Wasserversorgung unserer Kulturpflanzen. Wiener landw. Zeitung, Nr. 11/12. — 146. Ziegler, O., Beiträge zum Abbauproblem der Kartoffel. Naturwissensch. u. Landw., München 1927.

Bücherbesprechungen.

Über die Konstanten im Wirkungsgesetze der Wachstumsfaktoren von Eilhard Alfred Mitscherlich (Ref.) und Franz Dühring. Schriften der Königsberger Gelehrten Gesellschaft. 5. Jahr Naturw. Klasse Heft 2, 1928.

Die Untersuchungen befassen sich eingehend mit der Frage der Konstanz der Wirkungsfaktoren der Phosphorsäure und des Kalis. Es ist von verschiedener Seite des öfteren darauf hingewiesen worden, daß eine Konstanz des Wirkungsfaktors „c" nur solange angenommen werden kann, als keine Ertragsdepressionen z. B. durch schädliche Reaktionserscheinungen eintreten und der zugeführte Nährstoff auch in der zugeführten Form als Wachstumsfaktor zur Wirkung kommt.

Die Vegetationsversuche, an denen die Schwankungen des Wirkungswertes der Phosphorsäure näher studiert werden, waren in den Jahren 1927 und 1928 in ganz verschiedenen Bodenarten ausgeführt. Es kamen besonders solche Böden zur Untersuchung, die sich hinsichtlich der Festlegung der Phosphorsäure wie hinsichtlich der Reaktion verschieden verhalten. Es wurden mit den Düngemitteln Rhenaniaphosphat, Superphosphat und Thomasmehl auf den verschiedenen Böden nicht gleiche Höchsterträge erreicht, wie es bei einer Konstanz von „c" zu erwarten gewesen wäre. So konnten auf den Sanden, welche ein geringes Pufferungsvermögen aufweisen und die Phosphorsäure nur im geringeren Maße festzulegen imstande sind, höhere Ertragsdepressionen, die einen höheren Wirkungsfaktor vortäuschen, beobachtet werden als auf Lehmböden. Im Durchschnitt wird man mit Schwankungen zwischen 0,46 und 0,68 auf Doppelzentner und Hektar rechnen müssen; als brauchbarer Durchschnittswert aber kann der von Mitscherlich angegebene Wirkungswert 0,6 für die landwirtschaftliche Praxis dienen.

In ähnlicher Weise wurde die Konstanz des Wirkungswertes des Kalis untersucht. Als Differenzdüngung diente schwefelsaures Kali, deren Düngewirkung bei gleichzeitig gesteigerten Stickstoffgaben in Form von Natronsalpeter, Ammonnitrat und Ammonsulfat geprüft wurde. Auch hier ergeben sich in dem wechselvollen Zusammenwirken der verschiedenen Stickstoff- und Kaligaben Ertragsdepressionen. Die Veränderungen, welche hierdurch der Wirkungsfaktor für Kali erfährt, üben aber nach Ansicht der Verfasser keinen Einfluß auf die praktische Nutzanwendung des Wirkungsgesetzes aus.

Zum Schluß sind noch eingehende Erörterungeu über die Genauigkeit der Feststellung des Nährstoffgehaltes des Bodens mit Hilfe der Gefäßmethode angefügt, wobei die bedeutende Überlegenheit der Gefäßversuche gegenüber den Feldversuchen gezeigt wird. K. Meyer-Göttingen.

Der Feldversuch in der Praxis. Anleitung zur Durchführung von Feldversuchen für Versuchsleiter, Landwirte und Studierende von Dr. E. Möller-Arnold, Versuchsleiter, Dieban und Ing. Dr. E. Feichtinger, Dieban-Wien. 329 S. Mit 45 Abb. im Text. Verlag von J. Springer-Wien, 1929. Preis 12,60 Rm.

Das vorliegende Buch ist geboren aus der praktischen Versuchsringarbeit und einer mehrjährigen Zusammenarbeit der beiden Verfasser. Das bestimmt von vornherein seinen Charakter und Wert, indem es einmal vorwiegend auf die Verhältnisse der praktischen Versuchsarbeit zugeschnitten ist und zum andern eine Fülle eigener Erfahrungen verwertet, die bis in die letzten Einzelheiten durchdacht und nachgeprüft sind. Das Buch hält sich frei davon, reine Theorie bringen zu wollen. Die Kenntnis der allgemeinen theoretischen Grundlagen des Feldversuchs wird als bekannt vorausgesetzt. Sein Ziel ist vielmehr, zu zeigen, wie unter den Verhältnissen der Praxis die Versuchsarbeit auszuführen ist, so daß sie einmal einwandfreie Ergebnisse liefert und dabei doch der Aufwand an Arbeit, Geräten und Maschinen sich in praktisch möglichen Grenzen hält. Dieses Ziel wird in ausgezeichneter Weise erreicht. Um die nötige Grundlage für die praktischen Erörterungen zu schaffen, werden in einem theoretischen Teil einmal die Grundlagen der Fehlerrechnung behandelt und zum andern die außerordentlich wichtige Frage der Ausschaltung systematischer Fehler, die durch Bodenunterschiede bedingt sind. Gerade diese Frage ist in der praktischen Versuchsarbeit von so weitgehender Bedeutung, daß eine gründliche Kenntnis der einzelnen Verfahren, wie sie hier in übersichtlicher Weise zusammengestellt sind, die Grundlage jedes Versuchserfolges bildet. Im praktischen Teil wird nacheinander die praktische Ausführung von Düngungsversuchen zu Getreide, Kartoffeln, Rüben und Grünland von der Anlage zur Ernte besprochen. Weiterhin werden die gleichen Arbeiten für Sortenversuche und für sonstige Versuche aller Art und verschiedenster Pflanzen erörtert, wie sie in einer Wirtschaft vorkommen können. Die überwiegende Bedeutung der Düngungs- und Sortenversuche bedingt es natürlich, daß ihnen der größte Raum in der Besprechung eingeräumt ist. Anschließend werden Hinweise auf eine zweckmäßige Führung der Versuchsprotokolle gegeben, wie sie die Verfasser in mehrjähriger Arbeit ausprobiert haben. Man möchte sagen, fast in jeder Zeile merkt man in allen diesen Erörterungen die gediegene Erfahrung, gepaart mit einem sicheren Wissen, das zu klaren logischen Schlußfolgerungen führt. Gewiß, man kann einzelnes auch anders machen und es führen verschiedene Wege zum Ziel. Aber die hier angegebenen Wege sind zweifellos geeignet, mit möglichst geringem Aufwand eine weitgehende Sicherheit des Ergebnisses zu erreichen.

Den Abschnitt über Auswertung und Berichterstattung möchte man allen Versuchsleitern zum eifrigen Studium empfehlen, da der Erfolg der Versuchsarbeit doch eben erst dann wirklich erreicht ist, wenn dem praktischen Landwirt ein einwandfreies Ergebnis so geboten wird, daß er für seine Wirtschaft klare Folgerungen daraus ziehen kann. Ob es dazu nötig und angebracht ist, die Wahrscheinlichkeitsrechnung so weitgehend heranzuziehen, wie die Verfasser es durch Einführung der „Gewichte" tun, mag zweifelhaft erscheinen. Aber das sind Fragen zweiter Ordnung. In einem 4. Abschnitt werden schließlich die wichtigsten Untersuchungsmethoden des Bodens zur Bestimmung

der Bodenreaktion sowie des Gehaltes an N, P und K besprochen. Wenn der Versuchsleiter diese Methoden wohl auch nur in sehr seltenen Fällen selbst vereinzelt ausführt, so muß ihm doch diese Zusammenstellung, die alles Wissenswerte über diese Fragen bringt, um so willkommener sein, als er ja ständig mit diesen Fragen zu tun hat und sehr oft entscheiden muß, welche Methode in einzelnen gegebenen Fällen Anwendung finden soll. Eher wird der Versuchsleiter in die Lage kommen, Untersuchungen an Saat- und Pflanzgut auf Grund der technischen Vorschriften der Versuchsstationen auszuführen. Ihre Darstellung im letzten Teil wird ihm deshalb von großem Nutzen sein können. Im ganzen handelt es sich um ein sehr erfreuliches Buch, das in die Hand jedes praktischen Versuchsleiters gehört. Tornau.

Verbesserung des Grünlandes mit und ohne Umbruch. Von A. Bürger, Oberinspektor am Preußischen Hauptgestüt Altefeld. (Grünland-Bücherei, herausgegeben von L. Niggl und W. Zorn, Heft 4). Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11, Hedemannstr. 28 u. 29. Steif broschiert 2,40 Rm.

Die Grünlandbücherei erfährt durch den vorliegenden Beitrag des erfahrenen Grünlandfachmannes eine wertvolle Bereicherung. Der Verfasser behandelt die vielumstrittene Frage der Grünlandverbesserung mit und ohne Umbruch auf Grund seiner reichen Erfahrung unter vorsichtiger Abwägung der gegebenen natürlichen und wirtschaftlichen Bedingungen. Er zeigt, wie der Erfolg des Umbruches davon abhängt, ob in der Tat eine lohnende Zwischenkultur möglich ist, mit deren Hilfe zugleich eine Verbesserung des Garezustandes und Humusvorrates erreicht werden kann, so daß auch eine Neuansaat kein zu großes Risiko in sich birgt. Wo diese Verhältnisse nicht gegeben sind, verdient die Verbesserung ohne Umbruch den Vorzug. Er geht dann in kurzen Worten auf die wichtigsten Gräser und Kleearten ein, die vorwiegend in Betracht kommen und zeigt, in welcher Weise eine Neuansaat auszuführen und so zu pflegen ist, daß im Verlaufe von 2—3 Jahren eine dicht geschlossene Narbe entsteht. Bei der Verbesserung ohne Umbruch wird in erster Linie die große Bedeutung der Gare und der Humusanreicherung gebührend in den Vordergrund gestellt und es werden Mittel und Wege zur Lösung dieser Frage in reicher Weise gewiesen. Gerade diese Ausführungen möchte man jedem angehenden Weidewirt besonders ans Herz legen. Ihre Nichtbeachtung ist so häufig die Ursache von Mißerfolgen auch dort, wo sonst alle Vorbedingungen für gutes Gedeihen des Grünlandes erfüllt sind. Zugleich wird immer wieder betont, daß alle Maßnahmen nichts nutzen, wenn sie nicht regelmäßig wiederholt und in der Pflege nicht nachgelassen wird. Besonders der Walze wird dabei eine wichtige Rolle zugewiesen und die Eggenarbeit auf das richtige Maß zurückgeführt. Da gerade über die hier behandelten Fragen in der Praxis noch viel Unklarheit besteht, möchte man dem Büchlein eine recht weite Verbreitung wünschen. Es kann unendlich viel Gutes stiften.
Tornau.

The Genetics of the Genus Linum. Von Tine Tammes. Bibliographia Genetica IV, 1928. Verlag Martinus Nijhoff-'sGravenhage. Preis 1,80 Rm.

Die bekannte Forscherin, deren zahlreiche und gründliche Arbeiten über den Lein bekannt sind, gibt in dem vorliegenden Heft eine zusammenfassende

Darstellung der bisher in der Gattung Lein festgestellten Erbeinheiten. Sie behandelt zuerst die gleichgriffeligen Arten L. usitatissimum und L. angustifolium, deren Erbanalyse durch die Möglichkeit der Selbstbefruchtung wesentlich erleichtert und deshalb bisher auch vorwiegend gefördert ist. Es wird hauptsächlich der Erbgang verschiedener Eigenschaften der Blüte, Früchte und Samen sowie der Stengelhöhe und Verzweigung besprochen, daneben auch Sterilitäts- und Inzuchterscheinungen erörtert. Die verschieden griffligen Formen, die fast ausschließlich auf Fremdbefruchtung angewiesen sind, haben bisher viel weniger Beachtung gefunden. Gerade aus neuester Zeit liegen weniger Untersuchungen vor als von älteren Forschern, so daß hier mehr allgemeine Tatsachen bekannt, als der Erbgang in seinen einzelnen Teilen erforscht wäre. Trotzdem werden auch hier interessante Einzelheiten über verschiedene Kreuzungen mitgeteilt. Den Abschluß bildet eine Darstellung der Chromosomenverhältnisse auf Grund der jüngsten Untersuchungen. Ein ausführliches Literaturverzeichnis vervollständigt die Arbeit, die jedem sehr wertvoll sein wird, der sich mit der Frage der Vererbung des Leines oder seiner züchterischen Beeinflussung beschäftigt. Tornau.

Untersuchung und Begutachtung von Düngemitteln, Futtermitteln, Saatwaren und Bodenproben. Nach den offiziellen Methoden des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reiche. Zugleich eine Einführung in das agrikulturchemische Kontrollwesen. Von Dr. phil. Paul Krische unter Mitarbeit von Albert Kabitzsch. 2. vollständig neubearbeitete und ergänzte Auflage. 385 Seiten. Verlag von Paul Parey, Berlin SW 11, Hedemannstr. 28 u. 29. In Ganzleinen geb. 24,— Rm.

Die Beschlüsse und Vorschriften des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reiche für die Untersuchung der Düngemittel, Futtermittel und Saatwaren haben in Deutschland sowie im Ausland immer mehr an maßgebender Bedeutung gewonnen. In der ersten 1906 erschienenen Auflage vorliegenden Werkes unternahm es daher der Verfasser erstmalig sämtliche wichtigen Beschlüsse, Vorschriften und Untersuchungsmethoden planmäßig geordnet zusammenzustellen, und gleichzeitig einen Überblick über die Entwicklung des deutschen agrikulturchemischen Versuchswesens zu geben. Den Erfolg hat der Anklang bewiesen, den dieses Werk auch über die Grenzen Deutschlands hinaus gefunden hat. In der neu erscheinenden stark erweiterten und verbesserten Auflage sind nicht nur die Beschlüsse der Hauptversammlung von 1881—1927 verarbeitet worden, sondern auch die gegenwärtig geltenden Probenahmebestimmungen der Düngerkorporationen und alle sich auf Proben, Schiedsanalysen usw. beziehenden Beschlüsse wiedergegeben. Eingehend ist auch das Reichsfuttermittelgesetz von 1926, die neuen Wertbestimmungen von Saatwaren und ferner auch die Keimpflanzenmethode von Neubauer berücksichtigt worden. Die Einleitung bringt einen kurzen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Agrikulturchemie und der landwirtschaftlichen Versuchsstationen. Die erste Abteilung des Werkes enthält weiterhin die allgemeinen Beschlüsse des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reiche, wie z. B. Beschlüsse über Einführung einheitlicher Atomgewichtstabellen, Vorschriften für die Probenahme der verschiedenen Düngemittel, Futtermittel und Sämereien, wobei auch der Gang der Ver-

handlungen kurz wiedergegeben ist. Eine zweite Abteilung behandelt die Untersuchung und Begutachtung von Düngemitteln, eine weitere die Analyse, Prüfung und Wertschätzung der Futtermittel sowie das Reichsfuttermittelgesetz, das Gesetz über den Verkehr mit Futtermitteln sowie die Ausführungsbestimmungen. Eine Unterabteilung ist der Geldwertberechnung der Futtermittel gewidmet. Die vierte Abteilung enthält die Wertbestimmung von Saatwaren nach den „Technischen Vorschriften" des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reiche. Die letzte Abteilung befaßt sich mit der Untersuchung von Bodenproben.

Besonders hervorzuheben ist die planmäßige übersichtliche Einteilung des Stoffes, die Hervorhebung der Verbandsbeschlüsse durch gesperrten Druck und die sorgfältigen Literaturangaben, Vorzüge, die das Buch als Nachschlagewerk besonders geeignet machen. Die Verwendung dieses Buches bedeutet für jeden, der sich in das Gebiet neu einarbeiten will, eine bedeutende Ersparnis an Zeit und Mühe und leistet andererseits dank der eingehenden Literaturangaben bei der genaueren Verfolgung einzelner Fragen wertvolle Dienste. Als Nachschlagewerk wird es jedem, der agrikulturchemische Analysen auszuführen hat, sehr willkommen sein. Praßler-Göttingen.

Tierzuchtlehre von Prof. Dr. Bünger, Kiel. XI und 365 S. Mit 100 Abbildungen im Text und auf 36 Tafeln. Verlag J. Neumann, Neudamm. Preis geb. 7,— Rm.

Das angezeigte Buch ist der zweite Band des Neudammer von Ök.-Rat Dr. L. Meyer herausgegebenen 4 bändigen Landwirt-Lehrbuchs, das den Zweck verfolgt, der großen Menge der praktischen Landwirte und den Schülern der verschiedenen landwirtschaftlichen Lehranstalten die für sie notwendigen Kenntnisse auf den Hauptgebieten der Landwirtschaftslehre — Acker- und Pflanzenbau, Tierzucht, Betriebslehre, Technologie — auf eine leicht verständliche und praktische aber doch wissenschaftliche Weise zu übermitteln. Herrn Prof. Bünger ist dies für das Gebiet der Tierzuchtlehre in dem vorliegenden Buch in vorzüglicher Weise gelungen.

In dem ersten Teil des Buches erörtert der Verfasser zunächst kurz die Bedeutung der Viehzucht sowohl für den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb als für die gesamte Volkswirtschaft und schildert die Entwicklung, die sie genommen hat. Es folgen Abschnitte über die Entstehung und Abstammung der Haustiere, über Fortpflanzung und Vererbung, Zuchtverfahren und Zuchtwahl, über staatliche und genossenschaftliche Maßnahmen der Förderung der Tierzucht und schließlich über Gesundheitspflege.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit der Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. Es werden darin die Aufgaben der Fütterung, die Verdauung und die Bewertung der einzelnen Futtermittel, der Futtervoranschlag und die Fütterung der einzelnen Gruppen der landwirtschaftlichen Nutztiere nach Nutzungszweck und Alter ausführlich besprochen.

Der dritte Teil „Besondere Tierzucht" behandelt die Pferde-, Rindvieh-, Schweine- und Schafzucht ausführlich und kurz die Ziegen- und Hühnerzucht. Es werden die einzelnen Viehgattungen und Rassen in ihrem Äußeren, ihren Eigenschaften und ihren Nutzungen — wobei die Milchwirtschaft eine besondere Berücksichtigung erfährt — und in ihrer Züchtung und Pflege be-

schrieben. 36 Tafeln mit 70 vorzüglichen Abbildungen, darunter 64 Rassebilder beschließen das Buch, das außerdem in seinem Text 100 erklärende Abbildungen enthält.

Der Verfasser sagt in seinem Vorwort: „Wenn das Buch an seinem Teil dazu beitragen könnte, die landwirtschaftliche Erzeugung zu fördern und die deutsche Landwirtschaft dem Ziele, Deutschlands Bevölkerung aus eigenen Erzeugnissen zu ernähren, näher zu bringen, dann wäre sein Zweck erreicht." Ich zweifle nicht daran, daß dies der Fall sein wird und daß es von all den Kreisen, für die es bestimmt ist, freudig aufgenommen werden wird.

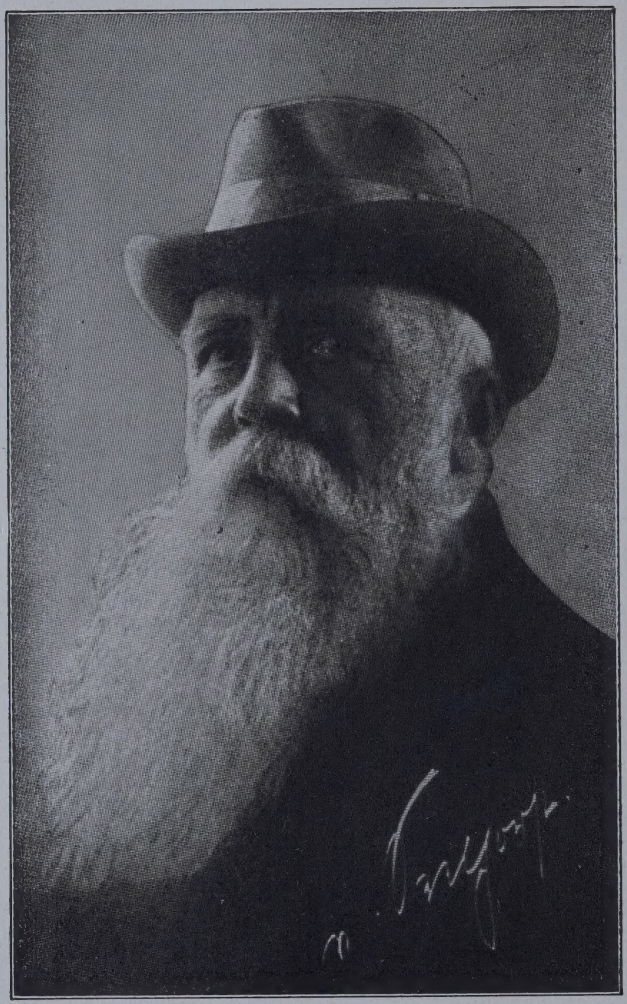
v. Seelhorst.

Beiträge zur Pflanzenzucht. Herausgegeben von der Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht. Heft 10. Berlin, Verlag von Paul Parey, Hedemannstraße 28 und 29, 1929. Preis Rm. 6,—.

Das vorliegende Heft enthält eine eingehende Würdigung des Lebens und Wirkens von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Kurt von Rümker, welcher am 23. 7. d. J. das 70. Jahr seines an wissenschaftlicher Arbeit und praktischen Erfolgen reichen Lebens beendete. Der Vorsitzende der Gesellschaft Dr. h. c. Kühle widmete dem um die Förderung deutscher Pflanzenzucht hochverdienten Jubilar dankbare Worte der Anerkenung und gibt einen ausführlichen Überblick über den Werdegang, das Schaffen und Wirken dieses großen Führers und Lehrers.

Ferner aber finden wir einen ausführlichen Bericht der 10. Wanderversammlung und Jubiläumstagung der Gesellschaft in Gießen vom 11. bis 13. Juni. Auf dieser Tagung wurden einige zur Zeit akute Probleme der Pflanzenzüchtung von namhaften Männern der Wissenschaft in Vorträgen behandelt: Prof. Dr. Sessous, „Der Wert des deutschen Ausleseverfahrens für Selbstbefruchter"; Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Appel, „Die Schaffung von Sortenregistern und ihre Bedeutung für die Pflanzenzüchter"; Hofrat Prof. Dr. Tschermak, „Über seltene Weizen- und Haferbastarde und Versuche ihrer praktischen Verwertung"; Prof. Dr. Krämer, „Zur Frage der Entwicklung der Arten". Leider kann auf die sehr interessanten Ausführungen hier im einzelnen nicht eingegangen werden. Sie geben uns aber einen guten Einblick in den augenblicklichen Stand wissenschaftlicher Erkenntnis grundlegender pflanzenzüchterischer Probleme. Daher kann das Studium dieser Vorträge jedem wissenschaftlich wie praktisch tätigen Pflanzenzüchter warm empfohlen werden.

K. Meyer, Göttingen.



Professor Dr. C. von Seelhorst † am 6. Juli 1930.

C. v. Seelhorst †.

Am 6. Juli d. J. verschied plötzlich und unerwartet der o. ö. Professor an der Universität Göttingen, Geheimer Reg.-Rat Prof. Dr. D. h. c. C. von Seelhorst im 78. Jahre eines an rastloser Arbeit wie großen Erfolgen reichen Lebens. Das „Journal", dessen Schriftleitung er von 1918—1926 innehatte, dankt ihm seine Erhaltung in schwerster Zeit, es dankt ihm zugleich eine dreißigjährige Mitarbeit. Die Mehrzahl seiner Arbeiten hat im Journal Aufnahme gefunden, das somit ein getreuer Spiegel seines Wirkens und Schaffens geworden ist. Von der Reichhaltigkeit der Probleme, die ihn beschäftigten, und von dem Ernst seines wissenschaftlichen Forschens legen die hier veröffentlichten 75 Arbeiten Zeugnis ab.

Am 5. April 1853 auf Rittergut Alt-Stüdnitz in Pommern als Sohn des Generalleutnants z. D. F. v. Seelhorst geboren, trat er 1869 als Kadett in die Marine des Norddeutschen Bundes ein. Seine sich bald zeigenden Fähigkeiten und Veranlagung zu wissenschaftlichen Arbeiten trugen ihm als jungen Seeoffizier ein Kommando auf S. M. Korvette Gazelle ein, die eine Weltumsegelung zum Zweck der Tiefseeforschung ausführte. Leider legte diese Reise den Keim zu einem schweren Lungenleiden, das ihn zwang, 1880 seinen Abschied als Oberleutnant z. S. zu nehmen. Die Liebe und Begeisterung für die Marine aber bewahrte er sein Leben lang und mit seinen alten Kameraden verbanden ihn bis zu seinem Tode herzliche Beziehungen.

Es folgten schwere Jahre für ihn, in denen er zuerst in der landwirtschaftlichen Praxis in Roda i. Th., Wachsdorf, Zörnigall in der Mark und an anderen Orten tätig war. Ihnen schlossen sich die Studienjahre in Hohenheim, Halle und Jena an, immer wieder unterbrochen durch teils jahrelangen Aufenthalt in Davos

Seine kräftige Natur siegte schließlich doch über die Krankheit. 1888 konnte er in Jena promovieren, 1890 sich ebendort habilitieren. Seine ersten Arbeiten galten der landwirtschaftlichen Betriebslehre, auf die ihn sein Lehrer und Freund Prof. Dr. v. d. Goltz besonders hinwies. Eine seiner damaligen Schriften, die den Roggen als Wertmaßstab behandelt, hat in der Nachkriegszeit, in der Zeit der Roggenrentenbriefe, eine Bedeutung und ein weitgehendes Interesse erlangt, das ihm selbst eine sehr schmerzliche Genugtuung war. 1895 wurde er in Jena zum a. o. Prof. ernannt, lehnte im gleichen Jahre einen Ruf nach Königsberg ab und übernahm 1896 die Professur für Acker- und Pflanzenbau in Göttingen. Hier hat er 27 Jahre bis zu seiner Emeritierung 1922 gewirkt. Hier fand er auch das geeignete Feld seiner Tätigkeit, das ihn schließlich so mit seinen Aufgaben verwachsen ließ, daß er Rufe nach Hohenheim, Gießen und Berlin ablehnte. 1912 übernahm er die Direktion der damals noch vereinigten landwirtschaftlichen Institute und bereitete ihre Überführung in selbständige Einzelinstitute vor, die 1922 mit seiner Emeritierung erfolgte. Die Universität Göttingen erkannte seine erfolgreiche Arbeit an, indem sie ihn für das Jahr 1908/09 zum Rektor wählte. Die Wertschätzung, die er in Kreisen der deutschen Landwirtschaftswissenschaft genoß, kam in der Verleihung des Ehrendoktors durch die math.-naturw. Fakultät der Universität Halle zum Ausdruck.

Mit seiner Tätigkeit in Göttingen mußte die betriebswissenschaftliche Arbeit mehr zurücktreten. Trotzdem blieb er auch hier immer noch auf diesem Gebiet tätig, eifrig bemüht, der damals noch um Anerkennung ringenden Betriebswissenschaft den ihr gebührenden Platz zu sichern. Eigene Schriften und die Neuherausgabe der Werke seines Freundes v. d. Goltz dienten diesem Ziele.

Der Nachdruck seiner wissenschaftlichen Arbeit lag aber doch in seinen ackerbaulichen Arbeiten, die er mit klarer Folgerichtigkeit zu Vollendung und Abschluß bringen konnte. Das gilt besonders für seine klassischen Untersuchungen über den Wasserhaushalt des Bodens, die die Grundlage geworden sind, auf der alle Arbeiten auf diesem Gebiete heute aufbauen. In Vervollständigung der Arbeiten Hellriegels zeigte er, wie groß der Wasserbedarf unserer Kulturpflanzen zur Erzeugung einer

normalen Ernte ist. Dabei wies er nach, wie sehr andererseits dieser Bedarf je nach Boden, Klima und Düngung schwankt. Auch die großen Unterschiede, die in dieser Hinsicht zwischen den verschiedenen Kulturpflanzen sowohl wie zwischen Sorten der gleichen Kulturpflanze bestehen, legte er zahlenmäßig klar und zeigte zugleich, wie eine verschiedene Wasserversorgung während der einzelnen Entwicklungsstadien der Pflanze die Art ihrer Ausbildung maßgebend beeinflußt. Die besonderen Erscheinungen, die dabei auftraten, führten ihn dazu, der Wirkung der einzelnen Nährstoffe auf die Entwicklung der Pflanze nachzugehen. In dieser Hinsicht sind besonders die Untersuchungen über den Einfluß der Stickstoffernährung auf die Ausbildung der Dickkopfform der Weizenähre interessant.

Behandeln diese Arbeiten vorwiegend die Pflanze, so verfolgen andere Untersuchungen das Verhalten des Wassers im Boden auf Brachland oder unter verschiedenen Früchten. Ergänzt wurden diese Untersuchungen durch Lysimeterversuche in einer eigens für diesen Zweck gebauten Anlage, die es auch gestattete, die Auswaschungsvorgänge hinsichtlich der einzelnen Nährstoffe quantitativ zu erfassen. Diese Arbeiten sind dann weiter wichtig geworden durch die Untersuchungen über den Verbleib des Gründüngungsstickstoffs, die er 1913 als Heft 241 der D. L. G. veröffentlichte.

Aus der großen Zahl der Probleme, die ihn sonst bewegten, seien nur als wichtigste die Untersuchungen über die Kalkfeindlichkeit der Lupine, den Pflanzgutwert der Kartoffel, die Beziehungen zwischen Winterfestigkeit und Trockensubstanz beim Getreide, die Wasseransprüche der Weide genannt, ohne damit irgendwie vollständig zu sein. Ein großes Interesse brachte er daneben allen Fragen der Ödlandkultur entgegen, ohne allerdings die Möglichkeit zu haben, selbst längere Zeit nachhaltig wissenschaftlich auf diesem Gebiet arbeiten zu können. Dagegen verfügte er über zahlreiche praktische Erfahrungen, die er in seinem Handbuch der Moorkultur niederlegte.

Sein ausgesprochenes Gefühl dafür, daß jeder einzelne in seiner Arbeit stets der Allgemeinheit verantwortlich sei und sich ihren Aufgaben nicht entziehen dürfe, ließ ihn neben seiner wissenschaftlichen Arbeit regsten Anteil an allen Vorgängen und Aufgaben der praktischen Landwirtschaft nehmen, in deren großen

Organisationen und Körperschaften er ein unentbehrlicher Berater und selbstloser Helfer war.

Etwas Besonderes gab von Seelhorst seinen Schülern, denen er nicht nur Lehrer, sondern zugleich Freund und Berater war. Unter dem starken Eindruck seiner Persönlichkeit sammelte sich um ihn ein großer Kreis von Schülern, die in Verehrung an ihm hingen. Er selbst hat diese um ihn sich bildende Gemeinschaft aufstrebender junger Menschen immer mit besonderer Freude als ein großes Glück empfunden.

Der Gedanke an seine Schüler, die in seinem Sinne weiter wirkten, ließ ihn auch die Bitternisse des Zusammenbruchs unseres deutschen Volkes, unter dem er mehr als jeder andere litt, leichter tragen.

Die Tätigkeit einer so starken Persönlichkeit muß ihre Spuren hinterlassen, die nicht zu verwischen sind. So wird auch v. Seelhorsts Arbeit über seinen Tod hinaus weiterwirken. Tornau.

Die Landwirtschaft Schlesiens im Zeichen der Agrarkrise.

Von

Dr. K. MAIWALD,

Privatdozent an der Universität Breslau, z. Z. Göttingen.[1])

I. Streiflichter auf die heutige Wirtschaftslage der schlesischen Landwirtschaft. Betriebseinkommen, Verschuldung. — Absatzschwierigkeiten für Kartoffeln und Roggen. — Wirkungen der Nachbarschaft Polens. — Landarbeitsfragen, in- und ausländische Wanderarbeiter. — Tariflohn, lohnlose Arbeit im Kleinbesitz, Siedelung.

II. Regionale Grundlagen der Landwirtschaft Schlesiens und ihre Beziehung zur gegenwärtigen Wirtschaftsweise.
Klima und Boden, Klimagebiete. — Anbauverhältnis der Hauptfeldfrüchte. — Betriebsgrößengliederung, örtliche Marktlage. — Vergleich von typischen Betriebsformen.

III. Über Wege der Selbsthilfe und Staatshilfe aus der Notlage der schlesischen Landwirtschaft.
Möglichkeit der Betriebsumstellung. — Genossenschaftlicher Absatz, rationelle Viehfütterung. — Leistungslohn, Landarbeiterlehrgänge, Landarbeitsringe. — Staatliche Getreide- und Kartoffelwirtschaft. — Staatskredite für Neuanschaffungen und Neuorganisation. — Schulwesen und Wirtschaftsberatung.

Literatur.

I. Streiflichter auf die heutige Wirtschaftslage der schlesischen Landwirtschaft.

Seit der Geldinflation, deren unnatürliche Verhältnisse die wahre Wirtschaftslage nicht erkennen ließen, ringt die deutsche Landwirtschaft um die Erhaltung ihrer Produktionskraft und steht, wie bekannt, mitten in einer Dauerkrise der Verschuldung und

---

[1]) Vortrag auf einer Wirtschaftstagung Ende 1929; Herrn Privatdozent Dr. Hesse-Göttingen bin ich für wertvolle methodische Anregungen zu Dank verpflichtet.

Defizitwirtschaft. In Schlesien ist die Verschuldung in den letzten Jahren in großen Schritten gestiegen (z. B. nach Buchführungsergebnissen des Landbundes, in Prozent Schuldenanteil am Besatzwert des Hektars Fläche, in den Stufen 14, 31, 39, 43% für die Jahre 1925—28). Schlesien hält sich in den Verschuldungsverhältnissen aber etwa noch in der Mitte der preußischen Gebiete, wie eine Aufstellung der Rentenbankkreditanstalt mit dem Stichtag 1. Juli 1928 zeigt:

Landesteil	Zahl der untersuchten Betriebe	Verschuldung je Hektar	
		in Rm.	in % des Einheitswertes
Ostpreußen	294	517	87
Norddeutschland . . .	466	548	63
Schlesien	458	611	46
Mitteldeutschland . .	581	589	31
Nordwestdeutschland .	489	542	32

Über die Verlustwirtschaft der letzten Jahre geben die landwirtschaftlichen Buchführungsergebnisse des Enqueteausschusses für den Dreijahrsabschnitt 1924/27 genauere Auskunft. Es zeigt sich dabei, daß das Verhältnis der Gewinn- und Verlustbetriebe immer ungünstiger geworden ist und von den jährlich untersuchten rund 300 Betrieben eine große Anzahl einen Reinertrag überhaupt nicht mehr erreicht hat. In Schlesien trifft dies besonders zu für die Großbetriebe in mittlerer Kultur (Getreidewirtschaft auf mittlerem Boden); kleine Betriebe aus derselben Intensitätsgruppe erzielten nur noch ein Reineinkommen von 1210 Rm. jährlich (auf durchschnittlich 13 ha Bodenfläche). Die Betriebe in Hochkultur (Zuckerrübenbau) stehen im ganzen etwas besser da, aber auch bei ihnen ist Verlustwirtschaft häufig. Wenn nun manche Regierungs- und Wirtschaftskreise solche Berichte über die landwirtschaftliche Lage mitunter mit der Ansicht abtun, daß die daraus zu erkennende Notlage eine Folge der „falsch bewirtschafteten großen östlichen Gutsbetriebe“ sei, so bedeutet dies eine Verkennung des Sachverhalts. Es ist eine durchaus erklärliche Erscheinung, daß sich eine Agrarkrise meist zuerst durch Verluste der größeren Betriebe bemerkbar macht, weil diese in viel engerer Weise mit dem gesamten Wirtschafts-

leben verbunden und von seinen Bedingungen abhängig sind. Man denke dabei außer an Absatz- und Preisfragen auch an den Einfluß der hohen Sozialabgaben (etwa 25 Rm. je Hektar) und der durch Tarife festgelegten Lohnansprüche der Landarbeiter, die der Großbetrieb zwangsläufig erfüllen und bezahlen muß im Gegensatz zum Kleinbetrieb mit seinen fast umsonst arbeitenden bäuerlichen Familienmitgliedern. Der Großbetrieb ist aus allen diesen Gründen weniger krisenfest als die bisher noch unabhängiger auf sich selbst gestellten Kleinbetriebe. Aber auch diesen geht es nunmehr bitter schlecht. Von der Absatzkrise werden sie genau so schwer betroffen, und als Ende August 1929 der Reichsfinanzminister gebeten wurde, wegen der immer weiter sinkenden Roggenpreise diejenigen Steuern herabzusetzen, zu deren Aufbringung eine normale Rentabilität die Voraussetzung ist, um Notverkäufe der neuen Ernte zu verhüten, die das Übel nur noch verschlimmern würden, so war dies ein Notruf der gesamten Landwirtschaft, nicht zum wenigsten der Roggen bauenden Kleinbetriebe.

Als Ursache dieser Notlage stehen Absatz- und Landarbeitsfragen heutzutage überall im Vordergrund der Besprechung. Für Schlesien sind sie besonders bedeutungsvoll einmal durch seine Grenzlage zu Polen und der Tschecho-Slowakei, beides Länder, die wegen ähnlicher Betriebsverhältnisse in mehrfacher Hinsicht Überschußgebiete für die gleichen landwirtschaftlichen Erzeugnisse wie die schlesischen Provinzen sind, und durch die besonders schwierigen Lohn- und Landarbeitsverhältnisse, die in Schlesien bereits den Anlaß zu selbständigem Vorgehen, z. B. durch die Gründung des betriebswirtschaftlichen Ausschusses beim land- und forstwirtschaftlichen Arbeitgeberverband gegeben haben.

Diese schwebenden Fragen sind schon ihrer wirtschaftlichen Natur nach schwer zu verfolgen und zu entscheiden. Dazu kommt, daß sie in vieler Hinsicht mit innen- und außenpolitischen Belangen, Siedlungs- und Zollfragen verknüpft sind, die also auch in Betracht gezogen werden müßten, gerade in dem süd-östlichen Vorpostenlande Schlesien, für dessen Schicksal in Zukunft von der Lage der Landbau treibenden Bevölkerung, ihren sozialen und Eigentumsverhältnissen recht viel abhängt.

Ein Wettbewerb mit der Tschecho-Slowakei liegt in der Rübenzuckererzeugung, da zwei Drittel der tschechischen Zuckerausfuhr,

die sonst England als Absatzgebiet hatte, neuerdings infolge von Änderungen im englischen Zoll nach Deutschland abzuströmen begannen und unseren Zuckermarkt stark beeinflußten. Die auch für die Rüben bauenden Betriebe Schlesiens damit auftretenden Schwierigkeiten konnten durch Zoll- und Preisregelungen einigermaßen abgefangen werden. Durch die Heraufsetzung des Zuckerzolles von 15 auf 25 Rm. durch Gesetz vom Dezember 1928 wurde die Einfuhr so gut wie abgedrosselt und der deutsche Zuckerpreis nahezu unabhängig vom Weltmarktpreis gemacht, allerdings unter Einsetzung einer berechtigten Schutzmaßnahme für den Verbraucher.

Viel ungewisser ist man über die vorläufig nicht zu übersehenden Folgen eines deutsch-polnischen Handelsvertrages, der nach den seit Juli 1925 schon schwebenden, immer wieder fruchtlosen Verhandlungen wohl in dieser Zeit einmal zum Abschluß kommen wird. Wichtig für die Beurteilung dieser Zollfragen gegen Polen ist es, das richtige Bild von der augenblicklich stark verschiedenen Produktionsweise der Landwirtschaft beiderseits unserer östlichen Grenzen zu haben, wofür in den Veröffentlichungen des deutschen Landwirtschaftsrats neues Material vorliegt. Man kann daraus ganz allgemein erkennen, daß der polnische Wettbewerb der nächsten Jahre in der Erzeugung von Kartoffeln, Roggen und Schweinen eine unvermeidliche starke Hemmung für unsere Landwirtschaft bedeuten wird, welcher notwendigerweise durch gesetzliche Maßnahmen begegnet werden muß, und zwar mit Billigung und Unterstützung aller Berufsstände, die einsehen lernen werden, daß es sich hier um eine Sache handelt, welche das ganze Volk angeht.

Beim Vergleich von Hackfrucht-, Getreide- und Brennereiwirtschaften in Ostpreußen, Schlesien und Nordostdeutschland mit entsprechenden Wirtschaften in Polen, die in der Mehrzahl in der früheren Provinz Posen und zum Teil auch in Westpreußen liegen, aber etwa den Typus der Wirtschaftsbedingungen in Polen darstellen (die innerpolnischen Betriebe werden vielleicht noch billiger produzieren, z. B. Kartoffeln), ergibt sich, daß im Durchschnitt die gesamten Wirtschaftsausgaben bei uns um fast 50% höher liegen als in Polen. Unter Berücksichtigung aller Umstände besteht auch fast das gleiche Verhältnis für die Produktionskosten, die zur Erzielung eines annähernd gleichen Naturalrohertrages je Hektar erforderlich sind; sie sind auf deutscher Seite

um etwa 40—50% höher als in Polen. Das Betriebsergebnis in Reichsmark je Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche ließ sich für die Jahre 1925—1927 in folgender Weise ermitteln:

Berechnungsgruppen	420 ostdeutsche Betriebe Rm.	55 polnische Betriebe Rm.
Wirtschaftsleistungen[1])	415	339
Wirtschaftsaufwand[2])	396	282
Betriebsüberschuß	19	57
Steuern	28	14
Überschuß abzüglich Steuern . .	—9	43

Während also bei uns der Betriebsüberschuß durch die Steuern mehr als aufgezehrt wird, vermögen die polnischen Betriebe durchaus rentabel zu wirtschaften. Das Bestreben des polnischen Staates, für seine starke Agrarproduktion guten Absatz zu schaffen, ist eine weitere Folge davon.

Die Forderung der Polen bei der Wiedereröffnung der Zollverhandlungen im September 1928 lautete auf Einfuhr von 600000 Stück lebenden (also nicht dem Fleischzoll unterliegenden) Schweinen nach Deutschland. Nun ist bekannt, daß unser Land in den letzten Jahren in der Schweinehaltung, die einen wesentlichen Teil des deutschen Fleischverbrauchs bedeutet, sich fast ganz selbständig machte, so daß die Schweineeinfuhr dauernd zurückging und 1927 nur noch 47000 Stück betrug. Gerade Schlesien hat an dieser Schweineerzeugung erhöhten Anteil gegen früher, wie der Vergleich mit preußischen Zahlen zeigt:

Jahr	Schweineeinfuhr Stück	Schweinehaltung in % der Vorkriegshaltung			Auf je 1000 Einwohner werden Stück Schweine gehalten		
		Niederschlesien	Oberschlesien	Preußen	Niederschlesien	Oberschlesien	Preußen
1912/13	140000	100	100	100	263	249	393
1924	234000	96,5	86,2	79,6	mehr oder weniger als die Vorkriegshaltung		
1926	117000	rd. 113	rd. 113	93,3	+ 24	+ 22	?
1927	47000	125,2	130,7	110,3	+ 53	+ 61	+ 16
1928	?	rd. 115	rd. 129	97,4	+ 1	+ 25	— 39

[1]) Enthält Wirtschaftseinnahmen, eigenen Verbrauch, Wohnung, Naturallohn, Wertsteigerung des Inventars.

[2]) Enthält Wirtschaftsausgaben, Wertverminderung des Inventars, Abschreibung, Lohnanspruch, keine Steuern.

Die Entwicklung ist also dahin gegangen, daß das Abschließen der Grenzen gegen die früher Schweine liefernden Gebiete Posen, Polen und Galizien in den schlesischen Provinzen, besonders in Oberschlesien, zu einer verhältnismäßig stärkeren Ausdehnung der Schweinehaltung geführt hat als in den übrigen preußischen Landesteilen. Diese Entwicklung fällt ganz zusammen mit den sogleich noch zu schildernden Absatzschwierigkeiten für Kartoffeln und Roggen, als deren Folge ihre reichliche Verfütterung an Schweine im eigenen Betriebe als bester Ausweg beschritten worden ist. Im Falle des Hereinströmens billiger polnischer Schweine würde dieser Weg aber bald seine Vorteile verlieren. Eine „Auffangorganisation" für die eingeführten Schweine, wie sie im Verlauf der Verhandlungen vom Staat in Aussicht gestellt wurde, ist ein sehr unsicherer Trost und dürfte den für die inländische Schweinehaltung entstehenden Schaden wohl nur teilweise und auch zu spät wieder gutmachen können.

Für Kartoffeln besteht schon innerhalb Deutschlands von jeher eine fast chronische Absatzkrise, die um so merkbarer wird, je mehr die Jahresernte durchschnittlich gut oder sogar reichlich ausfällt. Durch die dann zu erzielenden nur niedrigen Preise wird die Rentabilität des Anbaus namentlich in Ostdeutschland in den letzten Jahren immer mehr in Frage gestellt. In Polen betragen wegen der schon geschilderten wesentlich anderen Bedingungen die Selbstkosten für Kartoffeln nur rund etwa die Hälfte (so daß z. B. trotz des geltenden Kampfzolles im Jahre 1927/28 noch über 500000 dz nach Deutschland eingeführt wurden). Man bedenke weiter, daß Polen durch die Einbeziehung von ertragreichen früheren deutschen und russischen Kartoffelgebieten in seine Grenzen jetzt etwa 17 % der Kartoffelwelternte erzeugt, während Deutschland von seinem über 30 % betragenden Vorkriegsanteil auf rund 20 % herabgesunken ist, und daß Polen seine Anbaufläche und mit fortschreitender Technik auch seine Hektarerträge langsam erhöht:

Jahr	Kartoffelanbaufläche in Millionen ha		Gesamternte in Millionen t		Hektarernte in dz	
	Deutschland	Polen	Deutschland	Polen	Deutschland	Polen
1922	2,72	2,19	40,7	33,2	149,4	150
1925	2,81	2,36	41,7	29,1	148,5	123,4
1926	2,76	2,39	30,0	24,6	108,5	103
1927	2,80	2,41	37,6	31,8	134,1	132

Aus diesen Zahlen spricht einmal die wohl nicht allgemein bekannte, sehr beträchtliche Höhe der polnischen Kartoffelerzeugung und zum andern die völlige Gleichmäßigkeit im Verlauf der Ertragsschwankungen zwischen guten und schlechten Jahren (vgl. die jährliche Hektarernte beider Länder!), so daß zwischen den beiden Nachbarländern im Kartoffelbau und in der mit ihm eng verbundenen Schweinehaltung keine Arbeitsteilung und kein Ausgleich möglich ist, sondern nur scharfer Wettbewerb.

Für Schlesien mit seinem starken Kartoffelbau (2% höher als die Reichsanbaufläche), seiner niedrigen Gesamtverwertung der Speisekartoffeln gegenüber dem Westen und, als Folge davon, seiner starken Schweinehaltung gerade auch in kleinen Betrieben als noch bester Verwendungsweg ist die Fernhaltung der hohen polnischen Ausfuhrüberschüsse an denselben Erzeugnissen eine Lebensfrage. Die Lage im oberschlesischen Industriegebiet, wo auf Grund von Sonderbestimmungen Roggen und Kartoffeln eingeführt werden dürfen und die letzteren im Herbst 1929 mit 1,80 Rm. je Doppelzentner angeboten wurden, wird beleuchtet durch die folgende Entschließung an die Reichs- und Staatsbehörden:

„Der wirtschaftspolitische Ausschuß der Landwirtschaftskammer Oberschlesien hat sich in seiner Sitzung vom 14. Oktober 1929 eingehend mit der Preisgestaltung der landwirtschaftlichen Produkte, besonders von Roggen und Kartoffeln in Oberschlesien befaßt. Die an sich unhaltbaren Zustände auf dem deutschen Getreide- und Kartoffelmarkte werden in Oberschlesien noch dadurch verschärft, daß es nach dem Genfer Vertrage den Polen gestattet ist, aus dem abgetretenen Ostoberschlesien Getreide und Kartoffeln zollfrei zur ausschließlichen Verwendung nach Westoberschlesien einzuführen. Polen macht von dieser Vergünstigung ausgiebigen Gebrauch[1]) und bewirkt dadurch, daß die Preisgestaltung besonders für Roggen und Kartoffeln in Westoberschlesien gegenüber dem übrigen Deutschland weiterhin um ein Erhebliches verschlechtert wird. So müssen wir feststellen, daß die Preisnotierungen in Oberschlesien für Roggen in den letzten Monaten im Durchschnitt um 1 bis 2 Rm. je Doppelzentner niedriger waren als die Notierungen an den Börsen Breslau, Berlin, Stettin und sogar Königsberg. Noch schärfer drückt die Einfuhr aus Ostoberschlesien auf die Kartoffelpreise, da gegenwärtig im Industriegebiet polnische Kartoffeln mit 90 Pf. je Zentner frei Grenze angeboten werden. Der Genfer Vertrag wirkt sich also, da in Polen die Produktionskosten geringer sind, bei

[1]) und zwar anscheinend auch durch Einfuhr innerpolnischer Kartoffeln, da in der Entschließung weiterhin die „verschärfte Handhabung der Ursprungskontrolle bei Einfuhr von Kartoffeln aus Ostoberschlesien" als Abhilfemaßnahme gefordert wird.

diesen wichtigsten Produkten ausschließlich zuungunsten der oberschlesischen Landwirtschaft aus. Die oberschlesische Landwirtschaft hat nicht nur in Ostoberschlesien ein sehr gutes und großes Absatzgebiet verloren, sondern wird noch darüber hinaus in dem verbliebenen Gebiet durch die Bestimmungen des Genfer Vertrages in schärfster Weise durch die polnische Konkurrenz bedrängt. Die oberschlesische Landwirtschaft ist daher gezwungen, große Getreide- und Kartoffelmengen auf weiten Frachtwegen nach dem Innern Deutschlands zu exportieren, so daß die hohe Frachtdifferenz eine weitere erhebliche Verringerung der Preise bewirkt. . . ."

Außer diesen die Provinz Oberschlesien besonders betreffenden Verhältnissen haben allgemein die seit Sommer 1929 schnell und bedrohlich sinkenden Roggenpreise den Blick auf diese weitere Absatzschwierigkeit gelenkt. Trotz Stützungskäufen der Getreidehandelsgesellschaft im September 1929 ging der Preis dauernd zurück. Der Roggen näherte sich immer mehr dem Wert der Futtermittel und wird auch in größerem Umfange als Futtergetreide Verwendung finden müssen, leider damit aber, wozu auch die augenblicklich günstigen Schweinepreise verführen, zu einer Aufblähung der Schweinehaltung besonders beim kleinbäuerlichen Betrieb und bei den Deputat empfangenden Landarbeitern beitragen. Viel besser wäre es, wenn die Roggenüberschußgebiete ihn den innerdeutschen Schweinemastbetrieben zur Verfügung stellen könnten, um so einen gesunden Ausgleich zu schaffen. Aber dort regieren als Futtermittel immer noch Gerste und Mais aus dem Auslande, eingeführt im Werte von über 500 Millionen Rm. jährlich. Und da die vorjährige Ernte davon in den südeuropäischen Ländern besonders gut sein soll und eine gesetzliche Einschränkung der hohen Einfuhr nach Deutschland nicht zu erreichen ist, da ferner der deutsche Verbraucher leider in zu großem Umfange das helle Weizenbrot bevorzugt und auch die Mühlenindustrie der zwangsweisen und unvermischten Vermahlung eines bestimmten Roggenanteils nicht freundlich gegenübersteht, da endlich die polnische Nachbarschaft uns bisher stets den Nachteil gebracht hat, daß der Roggenexportmarkt durch planlose Ausfuhr von dort erschüttert und beunruhigt wurde, so wird wohl vorläufig alles so bleiben, und dem auch in Schlesien ausgedehnten Roggenbau auf leichtem Boden wird nicht zu helfen sein, außer durch den allgemeinen, aber gar nicht so einfach durchzuführenden Versuch einer Betriebsumstellung am geeigneten Ort, worüber unten noch genauer gesprochen werden soll.

Beschaffung und Entlohnung der Arbeitskräfte in der Landwirtschaft ist die andere große Frage, die den Groß- wie den Kleinbesitz heutzutage beschäftigt. Den großen Gütern fehlen für Spitzenarbeiten während der Ernte und Bestellung die früher neben den festen Deputatleuten zeitweise beschäftigten, in Gutsnähe wohnenden, geschulten freien Arbeiter (Hofegänger, jüngere Bauernsöhne, Häusler), die längst zur Industrie übergegangen sind, und die ausländischen Wanderarbeiter, deren Zahl im Reiche auf rund $^1/_3$, in Schlesien sogar erheblich tiefer, auf rund $^1/_6$ zurückgegangen ist.[1])

	1924 wurden beschäftigt ausländische Wanderarbeiter in Tausend	Entsprechend % der Vorkriegszahl	Zahl der geförderten Landarbeiterwohnungen 1921—24 (vgl. Fußnote)
Provinz Sachsen .	21,6	35,4	?
Pommern . . .	17,8	38,6	?
beide Mecklenburg	15,8	43,2	300 = schwache Förderung
Brandenburg . .	13,7	29,1	3050 } starke Förderung
Schlesien . . .	10,2	15,3!	2250 }

Nicht genug mit der Verminderung der polnischen Wanderarbeiter, welche die Führung der großen schlesischen Hackfruchtgüter vor schwierige betriebswirtschaftliche Fragen stellte, hat auch umgekehrt eine Abwanderung inländischer Kräfte nach den besser zahlenden mitteldeutschen Laudbaugebieten begonnen, also eine inländische Sachsengängerei, welche nach den Erhebungen einer Doktorarbeit in vielen Kreisen Schlesiens bekannt ist und dort 100—1300 Menschen je Kreis ausmacht, die nach Sachsen, Hannover, Mecklenburg wandern und damit auch der schlesischen Landwirtschaft als geschulte Kräfte verloren gehen. Sie stammen meist aus dem Klein- und Zwergbesitz und erhöhen

[1]) Diese für Schlesien am weitesten gegangene Rückbewegung fällt übrigens zusammen mit der aus Reichsmitteln geförderten Bautätigkeit in Landarbeiterwohnungen, die bei uns ziemlich stark war (verglichen z. B. mit Mecklenburg) und dazu führen sollte, die Lücke durch Vermehrung seßhafter inländischer geschulter Landarbeiter etwas auszugleichen. Leider hat man auch die Erfahrung gemacht, daß manche dieser Leute sich doch bald wieder der Industrie zuwenden und womöglich in der Gutswohnung weiterbleiben, zum doppelten Schaden des Betriebes.

den ausgesprochenen Leutemangel der bäuerlichen Betriebe, di nur noch schwer Knechte und Mägde bekommen und sie zur Teil auch gar nicht mehr bezahlen können.

Die tarifliche Regelung der Arbeitslöhne hat gerade für di Landwirtschaft große Schattenseiten. In keiner Industrie ist e wie beim Landbau nötig, die Arbeits- und Lohnbedingungen de gegebenen örtlichen Verhältnissen anzupassen, welche, wie noc ausgeführt werden wird, in Schlesien so überaus vielfältig sin wobei man die Beobachtung machen kann, daß der schemati sierende Lohntarif sich für solche Anpassung recht wenig eigne Er ist zu schwerfällig für die je nach Jahres- und Tageszeite sehr wechselnden und oft plötzlich auftretenden Arbeitserforder nisse und führt, besonders da der Arbeitgeber aus begreifliche Gründen sein Geld nicht mit vollen Händen für Überstunde oder Sonderzulagen ausstreuen kann, mitunter zu Streit ode Schaden bringenden Versäumnissen im Betriebe.

In dem auf fremde Arbeiter angewiesenen Großbetrieb is daher das Barlohnkonto in den letzten Jahren unaufhaltsam höhe gestiegen, macht jetzt etwa 30—40% aller Betriebsausgaben au und führt in vielen Fällen mit zu der erwähnten Verlustwirt schaft. Der Kleinbesitz ist aus Geldmangel immer häufiger au die Bewältigung aller Arbeit durch die eigenen Familienmitgliede angewiesen, ohne Rücksicht auf zeitliche Grenzen der Arbe und entsprechende Entlohnung. Süddeutsche Untersuchunger die mangels schlesischer hier herangezogen werden können, abe für unseren Kleinbauernstand ebenfalls zutreffen, zeigen den da durch entstehenden, statistisch kaum erfaßbaren Druck auf die al gemeine Lebenshaltung und die Zukunftsaussichten dieses Stande wenn der Bauer jährlich bei 300 Arbeitstagen rund 3600 Arbeits stunden, die Bäuerin gar rund 3900 Arbeitsstunden zu leiste hat und die halbwüchsigen Kinder sofort zur Aushilfe heran gezogen werden und dann im Betrieb stecken bleiben, ohne di Möglichkeit einer besseren landwirtschaftlichen Ausbildung fü den ältesten Sohn und Erben oder einer Weiterbildung de jüngeren Kinder in handwerklicher oder anderer Richtung, j nicht einmal mit der Möglichkeit des Geldsparens bei dieser nahe zu lohnlosen Arbeit.

Wegen dieser beginnenden „kulturellen Auszehrung de platten Landes", wie man es genannt hat, ist für ein Grenzlan

wie Schlesien auch die von der Regierung angestrebte landwirtschaftliche Siedelung eine Maßnahme mit zweifelhaftem Erfolg, wenn daneben die Gesamtheit des Altbesitzes, sowohl großer wie kleiner und dieser letzte ganz besonders, solche erschwerte Lebensbedingungen hat und allmählich davon zermürbt wird und wenn außerdem dieses Los auch den Siedler, selbst wenn er einstweilen von dem gewährten Staatskredit gestützt wird, früher oder später ebenfalls treffen muß.

Ehe wir von diesem Bild vielfältiger Schwierigkeiten, mit denen die schlesische Landwirtschaft augenblicklich zu schaffen hat, zu einer Besprechung von möglichen Abhilfemaßnahmen übergehen können, erscheint es wichtig, einen nicht zu flüchtigen Blick auf die regionalen Grundlagen zu werfen, von denen die Landwirtschaft in unseren beiden Provinzen abhängig ist. Das Vertrautsein mit diesen Grundlagen gibt oftmals erst den Schlüssel zur Sonderung von vermeidbaren und unheilbaren Schwierigkeiten und die richtige Einschätzung und Anwendung von allgemein vorgeschlagenen Hilfsmaßnahmen für die besonderen Verhältnisse Schlesiens.

II. Regionale Grundlagen der Landwirtschaft Schlesiens und ihre Beziehung zur gegenwärtigen Wirtschaftsweise.

Schlesien ist Übergangsgebiet von dem vom Meer beeinflußten, feuchttemperierten Klima von Westeuropa nach dem kontinentalen Klima von Osteuropa. Ein deutlicher Ausdruck für diesen auch innerhalb der beiden schlesischen Provinzen noch vor sich gehenden Übergang ist die Größe der Temperaturspanne zwischen dem Mittel des wärmsten und kältesten Monats: Jever (Nordsee) 16,3° C, Bautzen 18,8°, Görlitz 19,3°, Bunzlau 19,6°, Breslau 20,3°, Ratibor 20,7°.

Obwohl kalte, schneereiche Winter hier schon häufig sind, ist die sommerliche Wärme und die Verteilung der Niederschläge aber dem Landbau günstig. Neben Teilen von Süddeutschland hat Schlesien die meisten Gewitter im Reich aufzuweisen. Diese starken mit Hagelschlag und Lagerschaden und weiterhin mit Überschwemmungen verbundenen Gewitterregen gehören zu den im örtlichen Klima nachteiligsten Erscheinungen für die Landwirtschaft. Die im Bezirk Breslau verhagelte Ackerfläche beträgt im Mittel von 20 Jahren 72600 ha jährlich; ihr Anteil an der

Gesamtfläche des Bezirks ist der größte in Nord- und Mitteldeutschland und übertrifft den Reichsdurchschnitt um das mehrfache. Die Hochwasserschäden an den vom Gebirge kommenden linken Nebenflüssen der Oder und außerdem im abflußträgen Gebiet der Bartsch machten sich in den drei Jahren 1926—28 erst wieder ungewöhnlich schwer bemerkbar. Die bei einem Überwiegen des östlichen, kontinentalen Einflusses in Schlesien ebenfalls oft eintretenden langen Trockenzeiten sind dem Pflanzenwachstum in anderer Richtung ebenso gefährlich. Beide Erscheinungen zusammen führen hier häufig zu starken, klimatisch bedingten Schwankungen in den Jahreserntеerträgen, die im übrigen Deutschland in dem Maße seltener vorkommen und die in Schlesien sehr zur Verschlimmerung von Krisenzeiten beitragen können.

Setzt man die Niederschlagsmenge (N) in Beziehung zum Sättigungsdefizit der Luft (S) in der frostfreien Zeit des Jahres, wie dies neuerdings bei der Bildung des N-S-Quotienten geschieht, so gibt dieser Ausdruck des für Boden und Pflanze tatsächlich verfügbaren (nämlich nicht wieder sofort verdunstenden oder in Frostperioden unwirksamen) Wassers uns wichtige Aufschlüsse über klimazonale Bodentypen unseres Gebietes. Auf der ungefähren Linie von der Elbmündung bis nach Oberschlesien bewegt sich dieser Quotient in folgender Weise:

Ort	Jahresniederschläge in mm	N-S-Quotient	Hauptbodentyp
Helgoland . . .	730	50	echter Podsolboden
Hamburg	700	35	
Magdeburg . . .	500	19,5!	Schwarzerde
Berlin	570	21,2	Braunerde
Frankfurt a. O. . .	520	20,7	
Grünberg	640	25,7	Braunerde
Breslau	580	18,2!	Schwarzerde
Oppeln	670	25,4	Braunerde
Ratibor	680	27,3	podsoliger Boden

Der für die Breslauer Ackerebene auffallend niedrige N-S-Quotient 18,2[1]) ist eine ebenso treffende wie vollständige

[1]) Breslau hat die geringe Zahl von nur 100,9 Regentagen im Jahr und das niedrigste Jahresmittel der Luftfeuchtigkeit in Deutschland, also hohes Sättigungsdefizit; der N-S-Quotient wird infolgedessen besonders klein.

Erklärung dafür, daß gerade hier (ebenso wie in der Magdeburger Börde) die Lößschicht der Diluvialzeit sich im Laufe langer Zeiträume zu einer der südrussischen Schwarzerde sehr ähnlichen Bodenart umbilden und bis auf den heutigen Tag erhalten konnte, während dies wenige Meilen weiter südlich im Nimptscher Hügellande oder westlich nach Striegau zu nicht geschah, sondern dasselbe Lößmaterial sich dort in einen braunen, allmählich kalkärmer gewordenen Lößlehmboden vom Typ der Braunerden verwandelte. In Oberschlesien und ebenso an den Sudeten entlang sind in stärkeren Regenfällen und kleinerem Sättigungsdefizit die Grundbedingungen für die Ausbildung eines podsoligen Bodens gegeben; im Gebirge selbst entscheidet die Herkunft vom Muttergestein weitgehend über die Beschaffenheit der dort zu findenden „Skelettböden".

Diese Ordnung dreier klimazonaler Hauptbodentypen wird in anderer Richtung überkreuzt durch die Herkunft des Bodenmaterials, das teils Verwitterungs- und Abtragungsschutt des aus zahlreichen Gesteinsarten aufgebauten sudetischen Gebirgslandes ist, teils im Vorland und besonders im schlesischen Außenland auch Frachtgut der Gletscher, Sand und Schlamm der Gletscherschmelzwässer und Löß aus den trockenen Zwischenzeiten der Vereisung, auch dort noch oftmals unterbrochen durch Urgesteinsböden in der Nähe der Inselberge bei Striegau, Zobten und Strehlen. Das Ergebnis dieser so verschiedenen klimatischen und geologischen Grundbedingungen der Bodenbildung ist die außergewöhnlich große Vielfältigkeit unserer Acker- und Waldböden, die Schlesien auszeichnet. Alle Möglichkeiten vom podsolierten Boden bis zur Schwarzerde, vom ärmsten Sandboden bis zum wirtschaftlich besten milden humosen Lehmboden, schließlich auch noch die jüngsten Schwemmlandbildungen der jetzigen Flußtäler sind vertreten, oft auf engem Raum in vielen Übergängen vorkommend. Allgemein ist die linke Oderseite fruchtbarer als die rechte, mit Ausnahme der Heidekreise in Niederschlesien, wo 5330 Quadratkilometer Sandboden mit zusammenhängendem Kiefernforst bedeckt sind.

Ein kürzlich unternommener Versuch, klimatisch gleichartige Bezirke der Provinz Schlesien (früherer Umfang) abzugrenzen, benutzt als Einteilungsgrundlage die Wärmeverhältnisse, ausgedrückt im wesentlichen durch die Höhenlage des Kultur-

landes. Dies führt uns zu Klimagebieten, welche landwirtschaftlich in vieler Beziehung einheitlichen Charakter tragen, aber doch wieder in sich selbst sehr verschiedenartig in bezug auf die Bodengüte und damit den Wirtschaftswert sein können, wie die beigefügten Zahlen für den Grundsteuerreinertrag zeigen, welche hier nur vergleichsweise, als Niederschlag langjähriger landwirtschaftlicher Erfahrung in diesen Gebieten gewertet werden sollen (das neue Reichsbewertungssystem der Kulturböden befindet sich noch im Ausbau). Wohl heben sich in der Übersicht die fruchtbarsten

Umfang der Klimagebiete Schlesiens und Ertragsfähigkeit ihres Bodens:[1])

Klimagebiet	Höhenlage über Meeresspiegel m	Umfang nach Verwaltungskreisen	Grundsteuerreinertrag je 1/4 ha Ackerfläche: roher Durchschnitt aller Kreise Rm.	Grundsteuerreinertrag je 1/4 ha Ackerfläche: Grenzzahlen der Kreise Rm.
1. Oderebene:				
Odertal unterhalb der Katzbachmündung	unter 100	6	4,00	2,80— 5,60
mittelschles. Ackerebene . .	100—200	10	7,95	4,50—10,40
2. Niederschles. Heide	100—200	5	3,20	2,50— 4,20
3. Hügelland rechts der Oder:				
schles. Landrücken	100—200	5	3,60	2,40— 5,20
oberschles. Platte (und Kreis Oppeln)	200—300	9 (früher)	2,45	1,60— 3,30
Pleß-Rybniker Hügelland . .	200—300	2 (früher)	2,05	2,00— 2,10
4. Vorberglandschaft der Sudeten:				
Lausitzer Hügelland	200—300	4	5,00	3,70— 5,50
mittelschles. Vorberglandschaft		5	7,66	6,20— 8,80
oberschles. Vorberglandschaft .		6	5,85	3,60— 8,20
5. Sudetenbergland:				
niederes Bergland und Glatzer Kessel	über 300	6	4,90	3,50— 5,60
hohes Bergland	400—500	3	2,85	2,40— 3,00

[1]) Zusammenstellung und Gruppenbildung aus den von E. Knitter gebrachten Einzelzahlen, vgl. Quellenverzeichnis.

Gebiete der schlesischen Ackerebene, der mittel- und oberschlesischen Vorberglandschaft nach dieser klimatischen Einteilung gut ab von den armen Gebieten der niederschlesischen Heide, der Hügelländer rechts der Oder usw. Aber die beigegebenen Grenzzahlen für die Grundsteuerreinerträge der einzelnen, zu einem Klimagebiet gehörigen Kreise zeigen ganz deutlich, wie meist der Klimaeinfluß noch überlagert wird von der sehr wechselnden Bodenbeschaffenheit.

Da Kreisgrenzen und klimatische Grenzlinien oftmals nicht zusammenfallen und der Kreis in solchem Falle dem Gebiet zugeordnet werden mußte, in welchem sein größter Flächenanteil liegt, so ist das obige Gesamtbild weniger genau, als es sein könnte, wenn man im Sinne der geographischen „natürlichen Landschaft" eine natürliche Abgrenzung treffen würde, für die aber dann keine Bonitätszahlen zur Verfügung ständen.

Das Anbauverhältnis der Hauptfeldfrüchte, ausgedrückt in Hundertteilen der Acker- und Gartenfläche, beträgt für Schlesien:

Fruchtart	Mittelwert für Schlesien %	Grenzwerte für die klimatischen Untergebiete %
Getreide und Hülsenfrüchte	63,5	58—66
Hackfrüchte	21,7	29—12
Futterpflanzen	10,7	7—18

Etwa zwei Drittel der Fläche nehmen Getreide und Hülsenfrüchte ein, behaupten diesen Platz auch mit großer Beständigkeit in allen Untergebieten (Grenzwerte nur schwankend zwischen 58 und 66%!) und zeigen so die klimatische Bedingtheit des starken schlesischen Körnerbaues. Das übrige Drittel ist von Hackfrüchten und Futterpflanzen besetzt, die sich untereinander weitgehend vertreten und verdrängen können, so daß das dem Landesmittel entsprechende Anbauverhältnis beider Kulturarten — doppelt so viel Hackfrüchte wie Futterpflanzen — sich, wie die Grenzzahlen zeigen, sogar umkehren kann, indem bei gleicher Regenmenge des Untergebietes die Futterpflanzen um so mehr hervortreten, je kürzer die von der Höhenlage abhängige Wachstumszeit des Jahres ist.

Durch Boden und Klima bedingt ist der vorzugsweise Anbau von Roggen und Kartoffeln, in zweiter Linie stehen Weizen und Zuckerrübe, ein Anbauverhältnis, das sich bereits bei unserer Besprechung der Roggenabsatzfrage nachteilig bemerkbar gemacht hat. Der Roggen besetzt infolge seiner Fähigkeit, die leichten Böden auch noch gut ausnutzen zu können, allein 27% des gesamten Ackerlandes. Wo immer die Bodenverhältnisse es aber zulassen, müßte jetzt seine Einschränkung zugunsten des Weizens einsetzen, was bei der halbkontinentalen Lage unseres Gebietes und der durch unsere Züchter geschaffenen Möglichkeit, besondere für leichteren Boden passende Weizensorten zu verwenden, auch ausführbar wäre. Dem starken Kartoffelbau günstig sind die mittleren bis leichten, lufthaltigen Böden und die reichlichen Sommerniederschläge Schlesiens. Der bei uns ziemlich späte und schnelle Übergang vom Winter zum Frühsommer über ein meist kühles Frühjahr verhindert außerdem ein zu starkes Auskeimen der Kartoffel im Winterlager und gibt damit eine bisher wohl nicht voll ausgenutzte Grundlage für Saatkartoffelbau und -vertrieb.

Die an zweiter Stelle genannten Kulturpflanzen Weizen und Zuckerrübe werden gleichwohl in Schlesien in einem Umfang gebaut, der den preußischen Durchschnitt beträchtlich überschreitet, für Weizen um etwa 50% höher als dieser liegt und zu der wertmäßig hohen landwirtschaftlichen Produktion der beiden Schwesterprovinzen im Rahmen der deutschen Gesamterzeugung führt. An Zuckerrüben wurden 1927/28 hier 22,7 Millionen dz in 43 Fabriken verarbeitet, entsprechend 21,3% der Reichsmenge. Die Grenze für rentablen Zuckerrübenbau liegt unter den augenblicklichen Verhältnissen bei 300 m Meereshöhe. In diesem Punkt zeigen die vorhin abgegrenzten Klimagebiete eine enge Beziehung zu den tatsächlichen Anbauzonen. Der Wert der Böden der höheren und kälteren Lagen über 300 m wird dadurch, daß sie nicht mehr zuckerrübenanbaufähig sind, sogleich ziemlich stark vermindert, mitunter mehr als es eigentlich ihrer Fruchtbarkeit entspricht.

Diese Hochlagen mit kürzerer Wachstumszeit verwenden große Flächen auf Klee- und Samenkleebau. Sommertemperaturen und Niederschlagsverteilung in diesen Gebirgskreisen sind nun durchaus der Gewinnung von Heu und Samenklee günstig, wenn auch natürlich mit Hilfe von Kleereutern, was neben Traditions-

gründen auch eine Erklärung dafür ist, daß sich von allein keine umfangreiche Weidewirtschaft in den schlesischen Bergländern entwickelt hat, sondern erst durch die starke Werbung für Grünlandwirtschaft nach dem Kriege dort langsam eingeführt wurde.

Den so wechselnden Boden- und Klimabedingungen in Schlesien entsprechend können sich die eben in Umrissen geschilderten Anbauflächen der Hauptkulturpflanzen auch noch außerordentlich weit verschieben und damit zu sehr verschiedenen, voneinander abweichenden Formen des landwirtschaftlichen Betriebes führen. Am lehrreichsten ist hier vielleicht eine Zusammenstellung der auftretenden Höchstabweichungen der Anbauflächen vom Provinzdurchschnitt, die deutlich die Mannigfaltigkeit des schlesischen Ackerbaues widerspiegelt.

Kulturpflanze	Anbau in % der Ackerfläche von ganz Schlesien	höchster Flächenanteil in % der Ackerfläche, vorhanden im Kreise:		x-faches des Provinzdurchschnittes	Bemerkungen
Roggen . .	27,0	56,0	Grünberg	2,1	Sandboden
Hafer . .	17,6	30,0	Landeshut	1,7	regenreiche Gebirgslage
Kartoffel .	15,6	28,2	Rybnik	1,8	leichter Boden
Weizen . .	9,8	24,3	Nimptsch	2,5	Lößlehm
Gerste . .	6,7	20,6	Leobschütz	3,1	Lößlehm
Zuckerrübe	3,9	17,9	Breslau	4,6	Schwarzerde
Klee . . .	7,9	15,5	Landeshut	2,3	Gebirgslage

Diese Zahlen sind typisch für die unter dem Einfluß von Klima und Boden entstehenden Sonderformen der Betriebseinrichtung mit einseitig hervortretendem Anbau einer Kulturpflanze, der dann oft das 2—4fache des Provinzdurchschnittes ausmacht.

In die sich so herausschälende regionale Abhängigkeit des Landbaues greifen noch zwei andere Faktoren bestimmend ein: die Besitzgröße und die örtliche Marktlage. So ist der überstarke Zuckerrübenbau in der Breslauer Ebene eng mit einer am ehesten im Großbetrieb möglichen Betriebsführung verbunden und der starke Kartoffelbau in manchen oberschlesischen Kreisen (vgl.

oben Kr. Rybnik mit Höchstanbau) hängt zum großen Teil neben der Bodenbeschaffenheit auch mit der guten Absatzmöglichkeit ins benachbarte Industriegebiet zusammen.

Für die wesentlich aus der geschichtlichen Entwicklung heraus zu verstehende Betriebsgrößengliederung in Schlesien seien nur die augenblicklich gültigen Zahlen genannt, die einen gewissen Unterschied zwischen beiden Provinzen enthalten, indem in Oberschlesien trotz der bekannten Latifundienbesitze im dortigen Waldgebiet weniger Großgrundbesitz zu finden ist als in Niederschlesien; außerdem fällt dort auch der verhältnismäßig große Flächenanteil des Zwerg- und Stellenbesitzes auf gegenüber der nur 51,6% ausmachenden mittel- und großbäuerlichen Betriebsgröße, eine Folge der üblich gewesenen Realteilung beim Erbgange, die zu einer Zerschlagung der Bauernbetriebe geführt hat.

Betriebsgrößengliederung in Schlesien 1925.

Größenklasse	Zahl der Betriebe in ganz Schlesien	Prozentanteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche		
		Niederschlesien	Oberschlesien	Deutsches Reich
0,5—2 ha Zwerg- und 2—5 ha Stellenbesitz . .	256 674	3,6 / 9,2 } 12,8	6,7 / 14,2 } 20,9	6,2 / 11,4 } 17,6
5—20 ha bäuerlicher 20—100 ha Besitz	95 533	32,8 / 21,3 } 54,1	38,7 / 12,9 } 51,6	35,8 / 26,4 } 62,2
über 100 ha Großgrundbesitz	2 767	33,1	27,5	20,2

Die örtliche Marktlage der Landgüter und damit die Preisbildung für viele im Nahverkauf verwertbaren Wirtschaftsprodukte ist in Schlesien recht verschieden günstig, beeinflußt hauptsächlich durch die großen Verbrauchsgebiete der beiden Industriebezirke von Oberschlesien und Waldenburg und der Großstadt Breslau. Aber auch mitten im Lande treten an vielen Stellen kleinere, aber doch für die Umgebung wichtige Verbrauchspunkte auf in Gestalt vielfacher Industrie (Steinbruch- und andere Tagebaubetriebe, Porzellan-, Ton- und Glasindustrie, Spinnereien, Kalk- und Zementindustrie).

Das Zusammentreten aller dieser regionalen (und geschichtlichen) Einflüsse hat zu einer ungewöhnlichen Mannigfaltigkeit

der Betriebsformen in der Landwirtschaft geführt, die auch dem aufmerksamen Durchreisenden immer wieder auffällt. Von ihren Typen seien zwei recht gegensätzliche hier herausgegriffen und kurz umrissen, ein Großbetrieb der Schwarzerdezuckerrübenwirtschaft und ein Kleinbetrieb der Gebirgsfeldgraswirtschaft, von denen die intensive erste Betriebsform die Zuckerrübe jedes vierte Jahr auf dem Acker wiederkehren läßt und auch eine so enge Fruchtfolge wie Rüben — Sommergerste (mit nachfolgender Gründüngung) — Rüben nicht scheut, während der Feldgrasbetrieb nach Roggen, Kartoffeln und Hafer den Schlag mit einer Kleegrasmischung besät und dieses Grasland, aus dem der Klee ziemlich rasch verschwindet, noch 2—3 Jahre (in den höchsten Lagen sogar 5—6 Jahre) zur Futtergewinnung und als Weide benutzt. Einige typische Zahlen dieser zwei Betriebsformen seien nachstehend verglichen:

(Siehe die Tabelle S. 232.)

Zwischen diese beiden so unähnlichen Wirtschaftssysteme reihen sich die übrigen in Schlesien zu findenden Betriebsformen in zahllosen Übergängen ein. Sie zeigen, daß die Landwirtschaft gerade unter den Verhältnissen der schlesischen Provinzen das individuellste Gewerbe ist, das man sich denken kann. Ihm nun zu helfen, wo die gesunden Arbeits- und Erzeugungsbedingungen schon so lange und tiefgehend erschüttert worden sind, ist deshalb eine ungemein schwierige Aufgabe, weil kaum eine einzelne Maßnahme dabei allein und durchgreifend und überall wirken kann, vielmehr dieser oder jener Betriebsform nichts nützt, vielleicht sogar ihre Interessen schädigt. Ob die früheren, als gesund bezeichneten Verhältnisse, betriebswirtschaftlich im Rahmen der gesamten deutschen Landwirtschaft betrachtet, immer die besten und für die Gesamterzeugung zweckmäßigen waren, ist noch eine andere Frage, die wir aber nicht weiter verfolgen wollen (vgl. neuere Untersuchungen von Moeller über Getreideerzeugung und Umsatz des Mühlengewerbes in der Provinz Niederschlesien). Immerhin ist es gut, die Beziehungen zur übrigen deutschen Landwirtschaft im Auge zu behalten, da die zu behandelnden Hilfsmaßnahmen für Schlesien am ehesten Aussicht auf dauernden Erfolg haben, wenn sie zugleich richtig gegen die allgemeinen deutschen Belange abgewogen sind.

Vergleichspunkte	Schwarzerdezuckerrübenwirtschaft	Gebirgsfeldgraswirtschaft
Größe und Lage	Großbetr. Boguslawitz[1]) Kreis Breslau	hochgeleg. Kleinbetriebe Kreis Waldenburg
totes Inventar je Hektar .	460 Rm.	60—80 Rm.
Besatzwert je Hektar . .	3870 Rm. (laut Feuerversicherung)	320—360 Rm.
Arbeitsaufwand:		
1 Arbeitskraft fällt auf.	2,5 ha (dazu reichl. Maschinen)	3—5 ha
Barlohn je Hektar Gesamtfläche jährlich .	253 Rm.	Arbeit durch Familienmitglieder
Kunstdüngeraufwand je Hektar Ackerfläche .	52 Rm.	0—20 Rm.
Durchschnittsernteertäge:		
Wintergetreide . . .	25 dz/ha	8— 10 dz/ha
Sommergetreide . . .	30 „	10— 12 „
Kartoffeln	200 „	100—120 „
Zuckerrüben	340 „	(fehlen)
Kleegras	(fehlt in dieser Form)	40 dz/ha und Nachweide
Stück Großvieh gehalten auf 10 Hektar	5,5 Stück	6—7 Stück
Milchertrag Durchschnitt je Kuh und Jahr . . .	3300—3500 l	1800—2300 l[2])

[1]) Dieser Betrieb muß als sehr hoch investiert angesehen werden, was man unschwer an der Höhe des Besatzwertes je Hektar, an den neben reichlichen Maschinen gehaltenen Arbeitskräften usw. erkennt. Die Unterschiede gegenüber den Waldenburger Kleinbetrieben sind deshalb besonders hoch. Eine mehr dem Durchschnitt der übrigen Schwarzerde-Großbetriebe entsprechende Herabsetzung der Boguslawitzer Zahlen wollten wir aber vermeiden, weil sie nur hätte willkürlich sein können und weil ähnliche genaue Gutsbeschreibungen mit festen Zahlen wie diejenige der Herrschaft Boguslawitz für die Nachkriegsjahre noch nicht bestehen.

[2]) Bei Anspannung der Milchkühe in Wagen und Ackergeräten geht der Milchertrag je Kuh und Jahr kaum über 1800 l hinaus.

III. Über Wege der Selbsthilfe und Staatshilfe aus der Notlage der schlesischen Landwirtschaft.

Beide Wege der staatlichen wie der Selbsthilfe sind in Schlesien zur Stützung der landwirtschaftlichen Lage erbeten und schon beschritten worden, besonders natürlich auf den oben geschilderten Gebieten der Absatz- und Arbeitsnöte.

Ein wirksames Mittel zur Umgehung einer Absatzkrise, dessen Bedeutung und Ausführbarkeit noch stark umstritten ist, das aber in Zukunft wohl mehr hervortreten wird, ist die im Rahmen des Möglichen durchgeführte Umstellung der Betriebsform eines Gutes auf Ackerfrüchte und Erzeugnisse, welche der betreffenden Krise nicht so stark unterliegen, in unserm Falle also bestehend im Anbau von Weizen (dessen Verkaufspreis zur Zeit staatlich gestützt wird) und Zuckerrüben und in der Ausdehnung der Rindviehhaltung (Milch) an Stelle von Roggen, Kartoffeln und Schweinehaltung. So ist versuchsweise im Großbetrieb Boguslawitz, Kr. Breslau, verfahren worden (einschließlich noch weiterer Veränderungen, die organisch mit den genannten zusammenhängen), allerdings unter den hierfür sehr förderlichen Voraussetzungen allerbesten Bodens, der die anspruchsvolleren Früchte auch trägt, starker und geschickter Maschinenanwendung, die den erhöhten Arbeitsbedarf ausgleicht, und straffer, geldkräftiger Betriebsleitung, die solch ein Experiment in kurzem Zeitraum wagen darf, wie es die folgenden Veränderungen in der Fruchtfolge zeigen:

Kulturpflanze	Relative Anbaufläche in Prozent der Ackerfläche (Boguslawitz, Kr. Breslau)		
	1921/25	1925/26	1926/27
Anbau eingeschränkt.			
Roggen	7,2	0,3	0,3
Kartoffeln	10,5	8,4	7,1
Hafer	13,7	3,8	3,3
Sommergerste	7,1	5,4	1,8
Klee und Futtergemenge	13,6	6,7	6,0
Anbau ausgedehnt.			
Weizen	14,6	35,2	36,1
Zuckerrüben	24,9	27,6	30,7
Wintergerste	8,1	11,3	10,5
Viehweide auf Ackerland	—	—	4,2

Damit wurde erreicht, daß z. B. der Anteil des Weizenerlöses an der Gesamteinnahme von 1924 auf 1927 in den Stufen 7,3%, 14,8%, 25,1% stieg und den Besitzer gleichzeitig von der Sorge um die Roggenpreise befreite. Für die vielen, in einer jener Voraussetzungen nicht so begünstigten Betriebe, besonders solche auf leichtem, nicht mehr weizenfähigem Boden, fällt dieser Weg der Selbsthilfe leider weg (der übrigens im Augenblick, wo er allgemein gewählt und durchgeführt würde, vielleicht den Anlaß zu wieder neuen Absatzfragen gäbe). Man hat in diesen Fällen die günstigere Verwertung der schwer marktgängigen Erzeugnisse versucht oder vorgeschlagen, besonders der Kartoffel, in Form der genossenschaftlich vertriebenen Markenspeisekartoffel (wobei allerdings jede preußische Provinz ihren eigenen Weg geht, was der Bewegung kaum förderlich sein dürfte), ferner in Form des eingesäuerten Dauerfutters, einer schon alten, aber inzwischen weniger geübten Methode, wofür aber augenblicklich brauchbare Kartoffelwäschen und Dämpfeinrichtungen fehlen. Wird dadurch der Markt wesentlich entlastet von großen Kartoffelmassen, so könnten sogar die Kleinbetriebe eine genossenschaftliche Kartoffelverwertung versuchen, die bisher immer nur einen geringen Ernteanteil durch mehr zufällige Verbindungen als Speisekartoffeln verkaufen konnten.

Zu den Anstrengungen, durch Absatzbewegungen höhere Preise zu erzielen und damit allgemein den Betrieb zu stärken, gehören die großen genossenschaftlichen Gründungen wie diejenige der „Milchversorgung Groß-Waldenburg", bei der sich ein gutes Zusammenarbeiten zwischen Industriegebiet und den umliegenden Landkreisen eingestellt hat, oder der „Niederschlesischen Eierverwertungsgenossenschaft" in Bunzlau, die meistens Kleinbetriebe umfaßt, 12 000 Stück Eier am Tage umsetzt und umgekehrt auch Futtermittel und Stallausrüstung gemeinsam bezieht.

Nicht vergessen werden sollte in Zukunft, als voraussichtlich einmal wirksam werdende allgemeine Rentabilitätsverbesserung im Betriebe, eine richtige und sachverständige Fütterung des Viehstandes, da eine kürzliche umfangreiche, auf Futtermittelanalysen gestützte Erhebung über Jungrinderhaltung (bis zum ersten Kalbe) in Schlesien ergeben hat, daß die Fütterung in der Mehrzahl der Fälle weder in technischer noch in wirtschaftlicher Hinsicht mittleren Anforderungen genügt. In über 80% der untersuchten

Betriebe wurde, wie seit altersher, mehr nach Gutdünken als nach Fütterungsnormen vorgegangen. Im Vergleich zu Kellnerschen Normen zeigten sich dabei folgende Abweichungen:

Betriebsgruppe	Anzahl der Einzelaufnahmen der Fütterung	davon entsprachen den Fütterungsnormen	Es wurde gefüttert: verdauliches Eiweiß zu wenig in Fällen	verdauliches Eiweiß zu viel in Fällen	Stärkewert zu wenig in Fällen	Stärkewert zu viel in Fällen
Kleinbetrieb . . .	178	9	132	20	65	58
Mittelbetrieb . . .	144	10	104	13	48	49
Großbetrieb . . .	108	17	64	11	34	23
In Prozent der 430 Gesamtaufnahmen . .		8,4	70,0	10,2	34,3	30,3

Abgesehen von dem Wert einer richtigen Fütterung für Gesundheit und Rentabilität des Viehstandes könnte dadurch sicher auch noch manchmal eine bessere Verwertung absatzloser Ernteprodukte erreicht werden, wenn z. B. gemeldet wird, daß in Betrieben mit wenig Wiesen und Grünfutterfläche die Heuvorräte schon im Sommer angegriffen und teilweise verbraucht wurden, ohne daß für die im Winter entstehenden Lücken durch die Bereitung von Dauersaftfutter genügend vorgesorgt war. Die Verbreitung richtiger Kenntnisse über die Fütterung muß, da sie besonders im Kleinbetrieb fehlen, wohl weniger durch Anregung zur Selbstbeschäftigung mit diesen Fragen, wie es bei Betriebsleitern größerer Güter möglich wäre, als durch landwirtschaftliche Schulausbildung und Wirtschaftsberatung erfolgen, fällt also damit unter die vom Staat zu leistende Hilfe.

Zur Lösung der Landarbeitsfragen haben schlesische Landwirte neuerdings selbst verlangt, daß neben den bisherigen fast ausschließlich auf den technischen Fortschritt gerichteten wissenschaftlichen und praktischen Arbeiten auch die Verwendung des Menschen in der Landwirtschaft, also die körperlichen, geistigen und seelischen Kräfte des Landarbeiters studiert und gefördert werden sollten.[1]) Ein großer Fortschritt in dieser Hinsicht ist die

[1]) Die Bestrebungen des 1925 gegründeten betriebswirtschaftlichen Ausschusses beim schlesischen landwirtschaftlichen Arbeitgeberverband bewegen sich in solcher Richtung.

Anwendung des Leistungs- und Prämienlohnes im Landbau, zugleich ein guter Ausweg, den bereits als wenig geeignet gezeigten Tariflohn und seine Schattenseiten zu umgehen. Die Herrschaft Heinrichau, Bezirk Breslau, hat die Ausbildungsfrage der Landarbeiter bereits praktisch angeschnitten durch Einrichtung von Lehrgängen auf ihrem Hauptgut, an denen einige geeignete und von selbst wißbegierige Arbeiter aus jeder Gutsverwaltung während 4 Winterwochen teilnehmen und dort Maschinenführung und Maschinenausbesserung durch praktische Arbeit in den Werkstätten und ferner Grundzüge des Ackerbaus und der Viehwirtschaft durch Frage und Antwort in Unterrichtsstunden lernen. Etwas Ähnliches müßte sich auch in den schon bestehenden Versuchsringen durch Zusammenholen ausgewählter jugendlicher Arbeiter auf einem der zum Ring gehörenden Güter oder in einer kleinstädtischen Maschinenwerkstatt und durch die Einstellung einer geeigneten technischen Lehrkraft neben dem Versuchsleiter erreichen lassen. Die auch vorgeschlagenen „Landarbeitsringe“ (also Versuchsringe unter Beschränkung auf die Landarbeit, von denen eine ganze Reihe bereits mit Erfolg arbeiten), sollen in der Richtung einer zweckmäßigen Arbeits- und Betriebsorganisation wirken, also mehr durch die Person und durch die richtigen Maßnahmen des Betriebsleiters selbst, dessen Anordnungen allerdings auch bei größter Anstrengung nur mäßigen Erfolg haben können, wenn er das Unglück hat, nur über unlustige oder untüchtige Arbeiter zu verfügen.

Diesen Wegen der Selbsthilfe in der Landwirtschaft, so gangbar sie besonders Außenstehenden erscheinen mögen, sind aber Grenzen gesetzt durch die überall herrschende Geldknappheit, die manche erwünschten Maßnahmen nicht auszuführen erlaubt oder die besten genossenschaftlichen Abmachungen über langsamen, geregelten Verkauf der Erzeugnisse zur Vermeidung des Preisdrückens durchbricht, sobald ohne Rücksicht auf die Marktlage die Bezahlung von Zinsen und Steuern bares Geld vom Landwirt verlangt.

Auch die staatlich unterstützten Bestrebungen zur Planbewirtschaftung wichtiger Erzeugnisse leiden an dieser Kapitalarmut, weil auch die öffentliche Hand nicht genug Mittel dafür aufbringen kann. Die deutsche Getreidehandelsgesellschaft hat das endgültige Sinken der Roggenpreise nicht verhindern können.

Die vom Enquete-Ausschuß vorgeschlagene staatliche Mittelstelle für Kartoffelwirtschaft, die einen zeitlichen und örtlichen Ausgleich der Kartoffelabsatzfrage durch großzügige Trocknung der Überschußkartoffeln schaffen und dabei vor allem auf die Ausgleichung der Preise für Ausgangsmaterial und Flocken in den einzelnen Jahren hinwirken soll, würde dieses Ziel wegen Geldknappheit wohl nur schwer erreichen. Außerdem könnten solche Kapitalfestlegungen große Verlustgeschäfte werden, wenn nicht vor ihrer Investierung klar zu übersehen und durch gesetzgeberische Schutzmaßnahmen die Voraussetzung dafür geschaffen ist, daß ein solches Riesenunternehmen sich auch rentiert (die schon erwähnte geplante Auffangorganisation für polnische Schweine würde mit noch viel größerer Ungewißheit arbeiten).

Die vom Staate bisher gewährten Kredite und verlorenen Beihilfen für Neuanschaffungen und Neuorganisationen (Kredite für Dampf- und Motorpflüge, zum Bau von Arbeiterwohnungen, Sauergruben und Düngerstätten, für Umbruch und Neuanlage von Wiesen, für die Bauten der Wassergenossenschaften und die Einrichtung von Absatzgenossenschaften) haben überall im einzelnen beste Erfolge gehabt, aber bergen doch im allgemeinen eine Schwäche in sich: als leichte Kreditgaben in Notstandsjahren erschwerten sie die Anpassung an die veränderten Verhältnisse, führten zu weiterer Verschuldung ohne die erwartete Erleichterung durch Senken des Zinsfußes und zu einer staatlich befürworteten Intensivierung der Betriebe, die unter den gegenwärtigen Absatzbedingungen meist keinen Vorteil für den Privatbesitzer bedeutet.

Das landwirtschaftliche Schul- und Beratungswesen, an dem auf dem Wege über die Landwirtschaftskammern der Provinzen der Staat eng beteiligt ist, verdiente nach schlesischen Erfahrungen eine Ausgestaltung in zweierlei Richtung: die sogenannten Landklassen im Rahmen der ländlichen Berufsschulen müssen besonders im Randgebiet der Verwaltungskreise der Sammelpunkt für die schulentlassenen Bauernsöhne werden, welche aus Zeitmangel und wegen fehlender Unterstützung von zu Hause die landwirtschaftliche Schule in der betreffenden Kreisstadt nicht besuchen können; ein von Diplomlandwirten als Wanderlehrer abgehaltener Unterricht in jenen Landklassen würde sehr segensreich für diese zurückgesetzten Bauernkinder wirken. Die Wirtschaftsberatung

von der Landw. Schule aus (welche ausschließlich bäuerliche Betriebe betrifft, da den Verhältnissen des Großbetriebes nur auf anderem Wege, durch privat organisierte Versuchsringe, entsprochen werden kann) sollte nicht, wie bisher, nur durch die Sommertätigkeit der Landwirtschaftslehrer erledigt werden, was je nach der persönlichen Einstellung des Lehrers während der wenigen Bereisungstage nach besten Kräften oder aber auch als leidige Pflicht so nebenher geschieht. Die Wichtigkeit der bäuerlichen Beratung verlangt durchaus die Tätigkeit eines hauptamtlichen, neben den Landwirtschaftslehrern gleichberechtigten, aber mit der Schule als landwirtschaftlicher Hauptstelle des Kreises verbundenen Beraters das ganze Jahr hindurch. Die Erfahrungen der Beratung können auch dann noch gut (etwa durch gemeinsame Seminarstunden) dem Unterricht nutzbar gemacht werden, und umgekehrt werden im Sommer die Lehrer den Außendienst wertvoll unterstützen. Der Vorschlag,[1]) mit ausgewählten und dafür besonders begabten Schülern in einem dritten Schulsemester (möglichst ohne Schulgeldzwang) vornehmlich betriebswirtschaftlich zu arbeiten und aus diesen Schülern einen engeren Beratungsring im Kreise zu bilden, ist eine sehr gute Zwischenlösung, solange der Staat die Mittel für einen hauptamtlichen Beratungsbeamten nicht bereitstellen kann, und würde der bäuerlichen Wirtschaftsberatung wirksame und stetige Erfolge auf Jahre hinaus bringen, verlangt aber vom Leiter dieses Kursus für Fortgeschrittene und des daraus sich bildenden Beratungsringes sehr viel Mühe, persönliche Geschicklichkeit und großes Verständnis für bäuerliche Fragen, so daß der Gedanke sich wohl nur langsam und nur bei besonders dafür begeisterten Lehrern wird durchsetzen lassen können.

Außer dieser Förderung des Bauernstandes durch gute Ausbildung gehört zu den wirklich durchgreifenden und auf weite Sicht berechneten Hilfsmaßnahmen des Staates stets ein vorsichtiges Vorgehen in Schutzzollfragen, damit eine kräftige, von bodenständigen Menschen betriebene Landwirtschaft das so nötige Ausgleichsgewicht gegen die Kapitalkonzentration im Innern und gerade im Grenzgebiet Schlesien der einzig wirksame Schutzwall unseres Staates und Volkstums gegen den Osten sein kann.

---

[1]) Private Mitteilung von Herrn Dr. G. R.

Literatur.

Brandes, Stellungnahme zum Rentabilitätsprogramm der deutschen Landwirtschaft. Veröff. Deutscher Landw. Rat Heft 17, Berlin 1929.

— — Die Bedeutung der Landwirtschaft für die Volkswirtschaft und Mittel ihrer Förderung. Ldw. Ztg. Georgine, Nr. 11 u. 12, 1929.

Haase, A., Schlesiens Land- und Forstwirtschaft. In: Handb. d. deutschen Wirtschaft, Ausgabe Schlesien, 1929.

Hesse, P., Fleischverbrauch und Viehhaltung in den deutschen Wirtschaftsgebieten. Landw. Jahrb. 69, 1929.

— — Die Verwertung der Hauptbodenerzeugnisse und die Bodennutzung in den deutschen Wirtschaftsgebieten. Verl. Paul Parey, Berlin 1930.

Herzog, F., Bodenkundliche Skizzen aus Schlesien. Mittl. D.L.G. 41, 479, 1926.

Kaltschmidt, W., Der landwirtschaftliche Großbetrieb des Freiherrn von Richthofen-Boguslawitz (Kr. Breslau). Diss. Breslau 1929.

Kaschner, E., Die Landwirtschaft des schlesischen Kreises Bunzlau. Verl. Fernbach, Bunzlau 1927, zugl. Diss. Breslau 1927.

Knitter, E., Beziehungen zwischen den klimatischen Faktoren und dem Pflanzenbau in Schlesien. Wiss. Archiv f. Landw. Abt. A 1, 273, 1929.

Laubert, M., und von Bernuth, Die niederschlesische Landwirtschaft. Veröff. d. preuß. Haupt-Landw.-Kammer H. 29, 1928.

Maixner, B., Die Bodenverhältnisse Schlesiens in ihrer Einwirkung auf das Anbauverhältnis und die Erträge der Kulturpflanzen. Ungedr. Diss. Breslau 1923.

Moeller, A. U., Zur Frage der Getreideversorgungs- und Absatzverhältnisse der niederschlesischen Kreise. Landw. Jahrb. 69, 898, 1929.

Münzinger, A., Der Arbeitsertrag der bäuerlichen Familienwirtschaft. Verl. Paul Parey, Berlin 1929.

Paasch, E., Beitrag zur Ausbildungsfrage unserer Landarbeiter vom betriebswirtschaftlichen Standpunkt. Betriebswirtschaftl. Blätter f. d. Praxis 1, 12 1929. (in Fortschr. d. Landw., Bd. 4, 1929),

Peters, A., Landarbeitsringe, ein Mittel der Selbsthilfe. Betriebswirtschaftl. Blätter f. d. Praxis 1, 23, 1929.

Praßler, W., Die Zweckmäßigkeit der Futtergaben an Jungrinder in landwirtschaftlichen Klein-, Mittel- und Großbetrieben unter besonderer Berücksichtigung der Weideaufzucht. Diss. Breslau 1929 u. Journ. f. Landw. 77, 297, 1930.

Radetzki, W., Der gegenwärtige Stand der landwirtschaftlichen Wanderarbeiterfrage in Deutschland. Landw. Jahrb. 63, 1926.

— — Die inländischen landwirtschaftlichen Wanderarbeiten Deutschlands. Diss. Breslau 1930.

Richter, G., Aufbau und Gliederung der Landwirtschaft des schlesischen Gebirgskreises Waldenburg. Landw. Jahrb. 65, 491, 1927.

Schubert, A., Ein Vergleich deutscher und polnischer Agrarentwicklung. Mitteil. D.L.G. 44, 916, 1929.

Berliner Börsenzeitung. Jahrg. 1928 u. 1929.

Aus dem Agrikulturchemischen und bodenkundlichen Institut der Universität Göttingen.

Der Einfluß künstlicher Bodensäuerung auf Boden und Pflanzenwachstum.

Von

ERIKA FREIIN VON OLDERSHAUSEN.

(Mit 2 Kurven und 4 Abbildungen.)

Einleitung.

Der Vorgang der Bodenversauerung, wie er sich im humiden Gebiet an humusarmen Mineralböden vollzieht, wird heute allgemein als eine dem Basenaustausch sehr verwandte Erscheinung angesehen. H. Kappen[1]) war der erste, der durch seine Versuche zu dem Ergebnis gelangte, daß dieser Vorgang nur als „Spezialfall des bei den Böden altbekannten Basen- und Ionenaustausches aufzufassen sei". Wenn sich auch seitdem die Anschauungen über die bei diesem Austausch beteiligten Ionen wieder geändert haben, so war doch mit dieser Erkenntnis die Aufmerksamkeit in Aziditätsfragen auf die Bestandteile des Bodens gelenkt, die schon früher als zum Basenaustausch besonders befähigt galten. Es sind dies die sogenannten „zeolithartigen Silikate" des Bodens oder „Bodenzeolithe", wie sie in der landwirtschaftlichen Literatur genannt und als Träger der Aziditätserscheinungen angesehen werden.

Es muß betont werden, daß hinsichtlich der Beschaffenheit dieser Körper noch heute unter den verschiedenen Forschern Uneinigkeit herrscht, und die Untersuchungen darüber noch nicht als abgeschlossen gelten können.

I. M. van Bemmelen[2]) war der erste, der bei seinen Untersuchungen über das Absorptionsvermögen der Ackererde

[1]) H. Kappen, Landw. Vers.-Station Bd. 88, S. 96.

[2]) I. M. van Bemmelen, ebenda Bd. 35, 1888.

auf das Vorhandensein von kolloiden Silikaten schloß, denen ein Vermögen zu Austauschreaktionen zukommt. Er spricht sie als Gelgemische an und weist darauf hin, daß sie mit den „kristallisierten Zeolithen" nicht verwechselt werden dürften.

Da nämlich die kristallisierten Zeolithe in gleichem Maße die Fähigkeit zum Basenaustausch haben, sieht man in den austauschfähigen Körpern des Bodens „zeolithartige Substanzen".

R. Ganssen[1]) geht in der Identifizierung dieser Bodenbestandteile mit den Zeolithen so weit, daß er in ihnen ebenfalls chemische Verbindungen von bestimmter molekularer Zusammensetzung erblickt. Er fand nämlich eine große Ähnlichkeit in der Wirksamkeit kristallisierter Zeolithe mit der von ihm künstlich hergestellten Verbindung, Permutit genannt. Da er andrerseits eine Übereinstimmung der Eigenschaften dieser Permutite mit den besprochenen Bodenkörpern nachweisen konnte, schließt er auf einen Gehalt des Bodens an permutitartigen, oder auch zeolithartigen Substanzen und schreibt ihnen die für seinen Permutit gefundene molekulare Zusammensetzung $3+\text{Mol}\,SiO_2 . 1\,\text{Mol}\,Al_2O_3 . 1\,\text{Mol}$ Base zu, wobei das Pluszeichen an der Molekülzahl der Kieselsäure andeuten soll, daß auch noch weit mehr Moleküle Kieselsäure am Aufbau dieser Silikate beteiligt sein können. Der Genannte sieht also in den austauschfähigen Bodenkörpern chemische Verbindungen, die er neuerdings[2]) als molekulare Gemische von Kieselsäure-Tonerdegelen anspricht.

Dieser Anschauung schließen sich auch H. Kappen[3]) und D. N. Prianischnikow[4]) bis zu einem gewissen Grade an, während sie von anderer Seite stark angezweifelt wird.

E. Blanck[5]) hat sich schon seit Jahren gegen den Vergleich dieser austauschfähigen Körper des Bodens mit den kristallisierten Zeolithen gewendet. Auf Grund der völlig andersartigen Entstehungsweise beider Substanzen lehnt er eine Übertragung des Begriffes „zeolithisch" für die Bodenbestandteile auf das schärfste ab.

---

[1]) R. Ganssen, Jahrb. d. Kgl. Preuß. geol. Landesanst. 26 (1905) und 27 (1906) u. Intern. Mittlg. f. Bodenk. 1913, 1.

[2]) R. Ganssen, Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düng. A, 8, 332.

[3]) H. Kappen, Die Bodenazidität 1929, S. 6.

[4]) D. N. Prianischnikow, Die Düngelehre, Berlin 1923, S. 56.

[5]) E. Blanck, Fühlings landw. Zeitschr. 62, 1913, S. 581.

Die Zeolithe sind Produkte der „Tiefenverwitterung“ oder „Zersetzung“. Es sind aus Mineralen der Leuzit- und Feldspatgruppe hervorgegangene Neubildungen, die unter konstantem Druck und konstanter Temperatur ihre Entstehung fanden und demzufolge als mineralogisch und kristallographisch wohl definierte Substanzen aufgefunden werden.

Die Oberflächenverwitterung, als deren Produkt der Boden angesehen werden muß, ist nie imstande, derartige Neubildungen von Mineralen hervorzubringen. Durch den stets wechselnden Einfluß der Atmosphärilien entstehen bei der chemischen Aufbereitung der Gesteine an der Oberfläche stets kolloide Substanzen als Neubildungen, so daß auch nur solche im Boden vorhanden sein können. Durch Absorptionsvorgänge dieser Kolloide bilden sich aber stets andere Komplexe, was die Untersuchung dieser Körper so schwierig macht. Es erklärt sich daraus auch die völlige Unmöglichkeit der Aufstellung einer festen Molekularformel, und selbst R. Ganssen sieht sich genötigt, die Zahl 3 vor dem Kieselsäuremolekül mit einem Kreuz zu versehen, um anzudeuten, daß 3 Moleküle nur das Minimum der Kieselsäurebeteiligung darstellen, und gibt damit zu, daß die Zusammensetzung dieser Komplexe variabel ist.

Wenn also diese Verwitterungskomplexe des Bodens infolge ähnlicher chemischer Zusammensetzung in ihren Eigenschaften den Zeolithen gleichen, so sind sie dennoch von diesen derart verschieden, daß keine Berechtigung besteht, die beiden Körper miteinander in Beziehung zu bringen. E. Blanck schlägt daher für sie die Bezeichnung „adsorptionsfähige Gelgemenge“ vor.

In Übereinstimmung mit dieser Auffassung wenden sich u. a. H. Stremme[1]), G. Wiegner[2]), D. I. Hissink[3]) und auch G. Hager[4]) gegen die Ansicht, daß die Austauschkörper in Form einer chemischen Verbindung im Boden auftreten und sehen in ihnen Gemische von Kieselsäure und Aluminiumhydroxydgelen mit verschiedener Beteiligung der beiden Komponenten und wechselndem Gehalt an Wasser. Diesen Gelgemischen kommt das Vermögen zu, eine gewisse Menge Basen adsorptiv fest-

[1]) H. Stremme, Zentr. f. Miner. 1908, 622, 661.
[2]) G. Wiegner, Boden u. Bodenbildung, S. 34.
[3]) D. I. Hissink, Landw. Vers.-Stat. 1913.
[4]) G. Hager, Journ. f. Landw. 1920, S 91.

zuhalten, wodurch sie für Austauschreaktionen befähigt werden. — Soweit die heutige Ansicht von der Natur der Verwitterungskomplexe des Bodens, an denen sich der Vorgang der Versauerung vollzieht, und die im versauerten Zustand als die Träger der Aziditätserscheinungen zu gelten haben. Welches sind nun die Veränderungen, die diese Substanzen bei dem Versauerungsvorgang erleiden, und wodurch werden sie hervorgerufen?

Es würde hier zu weit führen, auf den Streit einzugehen, der sich um die Frage entsponnen hat, ob Aluminium- oder Wasserstoffionen die Ursache der Azidität der austauschfähigen Bodenkörper bilden, zumal es H. Kappen[1]) bei seinen neuesten Untersuchungen geglückt ist, den experimentellen Beweis zugunsten der Wasserstoffionen durchzuführen. Es sei daher nur auf diese, heut am meisten vertretene Anschauung hingewiesen, die auch von D. I. Hissink[2]), E. Ramann[3]), K. K. Gedroiz[4]), D. L. Askinasi[5]) und G. Wiegner[6]) verfochten wird. Diese besagt, daß die sauer reagierenden Austauschkörper des Bodens, sowie die ihnen in ihren Wirkungen gleichenden Permutite, seien sie nun in kolloider Form oder als chemische Verbindung im Boden vorhanden, unter Verlust eines Teiles ihres Basengehaltes Wasserstoff adsorptiv oder ionisiert gebunden enthalten, und daß dieser Wasserstoff die Ursache der Aziditätserscheinungen bildet, die uns in der Form der hydrolytischen Azidität, der Austauschazidität und der Reaktionszahl der sauren Böden entgegentreten.

Nach R. Ganssen[7]) geht dabei das Molekül der versauerten Permutite und „zeolithischen Silikate" des Bodens in eine Form über, die dem Molekularverhältnis 3 + Mol SiO_2 . 1 Mol Al_2O_3 . 1 Mol Base nicht mehr entspricht; durch den geringeren Basengehalt entsteht ein Verhältnis, an dem nur noch ein Bruchteil von 1 Mol Base beteiligt ist.

---

[1]) H. Kappen, Die Bodenazidität 1929, S. 131.
[2]) D. I. Hissink, Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düng. A, 4, S. 137.
[3]) E. Ramann, ebenda A, 3, S. 260.
[4]) K. K. Gedroiz, Russ. Journ. f. Exp. Landw. 1921—23.
[5]) D. L. Askinasi, Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düng. A, 8, S. 194.
[6]) G. Wiegner u. H. Jenny, Kolloidzeitschr. 42, 268.
[7]) R. Ganssen, Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düng. A, 1924, S. 55.

G. Wiegner[1]) erklärt die Versauerung kolloidchemisch durch Oberflächenwirkungen der Aluminiumhydroxyd-Kieselsäuregele. Diese sind von einer elektrischen Doppelschicht umgeben. Das positiv geladene Kolloid absorbiert in starkem Maße OH-Ionen, die bei Anwesenheit von genügenden Mengen Basen Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium mitreißen; im versauerten Zustand aber durch Wasserstoffionen abgesättigt sind. Mag man nun der chemischen Auffassungsweise des Zustandes der versauerten austauschfähigen Körper im Boden oder der kolloidchemischen Erklärung nach Wiegner den Vorzug geben, so laufen doch jedenfalls beide Ansichten darauf hinaus, daß diese Verwitterungskomplexe ihre Azidität und damit ihren ungesättigten Charakter durch einen Basenverlust erhalten haben.

Experimentell ist diese Ansicht unterstützt durch Versuche an Permutiten, denen man stufenweise die Basen entzogen und damit ihre Azidität gesteigert hat. Derartige Untersuchungen sind von E. Ramann[2]), H. Kappen[3]), R. Ganssen[4]) und G. Wiegner und seinen Schülern[5]) ausgeführt und haben übereinstimmend ergeben, daß mit dem Grade der Entbasung die Säureeigenschaften der Permutite anwachsen. Dieser Vorgang kann beim Permutit bis zu einer völligen Entbasung weitergeführt werden, so daß nur noch ein Komplex von Kieselsäure und Tonerde übrig bleibt, den Ramann als „Permutitsäure", H. Jenny als „Wasserstoffpermutit" bezeichnet.

Unter natürlichen Verhältnissen tritt nun in gleicher Weise eine Entbasung der austauschfähigen Körper des Bodens ein, und dieser Basenverlust des Verwitterungskomplexes bildet die Ursache für alle Aziditätserscheinungen, die einen sauren Boden kennzeichnen. Alle Veränderungen eines solchen Bodens in physikalischer, chemischer und biologischer Hinsicht werden als Folgen dieser chemischen Veränderung der Bodenbestandteile angesehen.

---

[1]) G. Wiegner u. H. Jenny, Kolloidchem. Beihefte 23, 428.
[2]) E. Ramann, Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düng, A, 4, S. 217.
[3]) H. Kappen u. H. Liesegang, Landw. Vers.-Stat. 99, S. 191, vgl. H. Kappen, Die Bodenazidität, S. 17, 159.
[4]) R. Ganssen, Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düng. A, 8, 332.
[5]) H. Jenny, Kolloidchem. Beih. 23, 454.

Diese Entbasung kann nun durch die verschiedensten Vorgänge hervorgerufen werden. Vor allem sind es die bei der Entstehung der Böden wirksam gewesenen Verwitterungsfaktoren, die ihren Einfluß auch weiterhin auf die Bodenbestandteile geltend machen. Der Boden darf nicht als Endprodukt der Verwitterung aufgefaßt werden; es vollziehen sich an ihm durch die Einwirkung der Atmosphärilien noch dauernd Veränderungen, die als Abbauprozesse betrachtet werden müssen. Die Hydrolyse des Wassers und der lösende Einfluß der Kohlensäure bewirken eine Fortfuhr der Basen, besonders des Kalkes. Die vielfach ausgeführten Lysimeterversuche geben ein Bild davon, in welchem Maße diese Bestandteile dem Boden verloren gehen. In gleicher Richtung wirken die aus dem Rohhumus entstandenen Säuren, Schwefelsäure, Salpetersäure und die Humussäuren, die durch den Anbau der Kulturpflanzen und der damit verbundenen ständigen Zufuhr von organischer Substanz im Boden immer wieder neu Entstehung finden.

Die Pflanzen tragen ihrerseits zu der Basenverarmung des Bodens bei, indem sie die für sie erforderlichen Nährstoffe herauslösen, die dann durch die Ernte für den Boden verloren gehen.

Auch Düngungsmaßnahmen können den Vorgang der Fortfuhr des Kalkes befördern, wenn nämlich an sich saure oder physiologisch saure Düngemittel Anwendung finden. Die zurückbleibende Säure bildet mit dem Kalk lösliche Verbindungen, die durch die im humiden Gebiet stets vorhandene rege Auswaschung in den Untergrund geführt werden.

In derselben Weise können auch Natriumnitrat und Kalisalzgaben zu Basenverlusten Anlaß geben. Wenn man bedenkt, daß diese Salze sich mit Kalziumkarbonat derart umzusetzen vermögen, daß sich Alkalikarbonat und Kalziumnitrat oder -chlorid bilden, so erkennt man, daß hier ebenfalls lösliche Kalkverbindungen ihre Entstehung finden, die der Gefahr der Auswaschung unterliegen.

Es vollzieht sich also unter dem Einfluß all dieser Faktoren ein dauernder Verarmungsprozeß an dem Basengehalt unserer Böden. Solange jedoch noch ein genügender Vorrat von Kalziumkarbonat vorhanden ist, der diese Verluste zu decken vermag, merken wir diesen Vorgang nicht. Er macht sich erst bemerkbar, wenn der Basenbestand der oben beschriebenen Verwitterungs-

komplexe angegriffen werden muß, und wird dann durch den Zustand der Bodenversauerung gekennzeichnet.

Die heute geltende Anschauung von dem Vorgang der Bodenversauerung läßt sich also folgendermaßen zusammenfassen: Der Boden enthält gewisse Mengen durch Verwitterung entstandener Gemische aus Kieselsäure- und Aluminiumhydroxydgelen, die eine bestimmte Menge von Basen zu absorbieren vermögen. Durch den fortschreitenden Einfluß der Verwitterungsfaktoren, der Tätigkeit der Pflanzen und von Düngungsmaßnahmen tritt schließlich eine Basenverarmung dieser Verwitterungskomplexe ein, wobei Wasserstoff an die Stelle der entführten Basen tritt. —

Der schädigende Einfluß der sauren Böden auf das Pflanzenwachstum ist bekannt. Auf Grund der soeben festgelegten Anschauung über den Versauerungsprozeß muß diese Wirkung auf das Pflanzenwachstum von dem Entbasungszustand der Verwitterungskomplexe des Bodens ausgehen. Diese Behauptung durch den Anbau von Pflanzen auf künstlich sauer gemachten Böden experimentell nachzuprüfen, war das Ziel vorliegender Arbeit. Es galt durch Mineralsäuren künstlich die Einwirkungen all der Faktoren hervorzurufen, die in der Natur zur Versauerung der Böden führen, verschiedene Abbaustufen herzustellen und deren Einfluß auf das Pflanzenwachstum zu prüfen.

Die Tatsache, daß ein mit Säure behandelter Boden auch nach völliger Entfernung der gelösten Bestandteile sauer im Sinne der Austauschazidität zu reagieren vermag, ist eine bei den Untersuchungen an Böden und am Permutit über das Wesen der Azidität von den verschiedensten Forschern bestätigte Erscheinung. Es sind hier die Angaben von I. M. van Bemmelen[1]), G. Daikuhara[2]), H. Kappen[3]), E. Ramann[4]) anzuführen. Die aber auf diese Weise erhaltenen Bodenproben wurden zumeist zu Untersuchungen über Adsorptionsfähigkeit und Sättigungsgrad verwendet; Vegetationsversuche sind mit solchem Material noch nicht angestellt worden. —

---

[1]) I. M. van Bemmelen, Landw. Vers.-Stat. Bd. 21, S. 160.

[2]) G. Daikuhara, Bull. of the Imp. Centr. Agric. Exp. Stat. Japan Vol. II, Nr. 1, 10.

[3]) H. Kappen, Landw.-Vers. Stat. Bd. 99, S. 191; und ebenda Bd. 89 S. 46.

[4]) E. Ramann, Zeitschr. für Pflanzenern. und Düng. 1924, A, S. 260.

Experimenteller Teil.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde von zwei physikalisch sehr voneinander verschiedenen Böden ausgegangen. Boden I, ein Lehmboden, wurde mir von Herrn Erbmarschall Frhr. von Oldershausen aus Oldershausen bei Echte a. Harz, Boden II, ein schwerer Tonboden, von Herrn Oberamtmann Schlote, Reinhausen bei Göttingen in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt, wofür ich den genannten Herren herzlich danke. Zur physikalischen Charakterisierung der Böden seien folgende Ermittlungen angegeben:

Lehmboden aus Oldershausen: Der Hygroskopizitätswert betrug $4{,}06 \pm 0{,}02$, die Wasserkapazität $42{,}48 \pm 0{,}18$, der PH-Wert des KCl-Auszuges 5,82. Die Schlämmanalyse nach Atterberg ergab folgende Zahlen:

Rohton	unter 0,002 mm	$6{,}58 \pm 0{,}96$
feiner Schluff . .	0,002—0,006 „	$9{,}84 \pm 0{,}26$
grober Schluff . .	0,006—0,02 „	$16{,}95 \pm 0{,}31$
Mehlsand	0,02 —0,06 „	$59{,}30 \pm 0{,}10$
Feinsand	0,06 —0,2 „	$6{,}16 \pm 0{,}20$
Sand	0,2 —2 „	$1{,}14 \pm 0{,}08$
		Sa: $99{,}97 \pm 0{,}22$

Tonboden aus Reinhausen: Dieser Boden zeigt eine Hygroskopizität von $10{,}43 \pm 0{,}07$, eine Wasserkapazität von $47{,}22 \pm 0{,}21$. Der PH-Wert des KCl-Auszuges wurde mit 7,00 gemessen, und die mechanische Analyse nach Atterberg ergab nachstehend mitgeteilte Werte:

Rohton	unter 0,002 mm	$28{,}29 \pm 0{,}06$
feiner Schluff . .	0,002—0,006 „	$19{,}49 \pm 0{,}09$
grober Schluff . .	0,006—0,02 „	$15{,}86 \pm 0{,}25$
Mehlsand	0,02 —0,06 „	$24{,}16 \pm 0{,}18$
Feinsand	0,06 —0,2 „	$9{,}85 \pm 0{,}04$
Sand	0,2 —2 „	$2{,}24 \pm 0{,}08$
		Sa: $99{,}89 \pm 0{,}17$

Chemisch sind die beiden Böden gekennzeichnet durch die Bestimmung des Salzsäureauszuges. Unter Anwendung von 10proz. HCl im Verhältnis Säure : Boden = 5 : 1 und bei einer 4stündigen Behandlung auf dem siedenden Wasserbade gingen folgende Bestandteile in Lösung:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	P_2O_5	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Oldershäuser Lehmboden	0,15	1,69	2,55	0,16	0,26	0,44	0,35	0,14
Reinhäuser Tonboden .	0,21	5,22	4,59	0,16	1,39	4,44	0,72	0,17

Der Gesamtstickstoff, nach Kjeldahl bestimmt, betrug für den Oldershäuser Boden 0,101 %, bei dem Reinhäuser Boden 0,161 %.

Die Überlegungen, die zur Wahl dieser beiden Böden führten, waren folgende: Der Gegensatz Lehmboden — Tonboden mußte besonders deutlich kennzeichnen, daß der Gehalt des Bodens an Basen bestimmend ist für den Widerstand, den der Boden der Versauerung entgegensetzt. Der nährstoffreiche Tonboden, der neutral reagierte, würde viel stärkere Säurekonzentrationen benötigen, um eine Basenverarmung kenntlich werden zu lassen. Der schon leicht sauer gewählte Lehmboden sollte aber im besonderen ein Bild davon geben, welch großer Gefahr ein derartiger Boden unterworfen ist, bei dem der Versauerungsprozeß bereits begonnen hat.

Orientierende Vorversuche zeigten denn auch, daß bei dem Tonboden mit viel konzentrierteren Säuren gearbeitet werden mußte, eh sich eine Verschiebung der Reaktion bemerkbar machte. Unter Einhaltung eines Verhältnisses von Boden : Säure = 1 : 1 übte bei dem Lehmboden die Behandlung mit CO_2-haltigem Wasser, sowie die mit 0,01 prozent. H_2SO_4 bereits einen merkbaren, wenn auch geringen Einfluß aus. Deutlicher war die Wirkung von 0,1 prozent. H_2SO_4, 0,5 prozent. Essigsäure und 1 prozent. Essigsäure; und durch 1 prozent. H_2SO_4 konnte bereits fast dieselbe Azidität erreicht werden wie mit 10 prozent. HCl.

Bei dem Reinhäuser Boden sah man die erste geringe Wirkung erst bei einer Konzentration von 1 prozent. CH_3COOH, es kamen deshalb außerdem nur noch Behandlungen mit 1 prozent. H_2SO_4, 2 prozent. HCl und 10 prozent. HCl zur Anwendung.

Von diesen bei den Vorversuchen angewandten Säuren wurden für die Herstellung der Bodenproben zum Vegetationsversuch folgende Konzentrationen angewandt:

Für den Oldershäuser Boden I. eine Behandlung mit 0,01 prozent. H_2SO_4,
II. „ „ „ 0,1 „ „
III. „ „ „ 1 „ „
IV. „ „ „ 10 „ HCl.

Für den Reinhäuser Boden I. eine Behandlung mit 1 prozent. H_2SO_4,
II. „ „ „ 2 „ HCl
III. „ „ „ 10 „ HCl.

Bei dieser Versuchsanordnung mußten sich bei beiden Böden verschiedene Abbaustufen der Verwitterungskomplexe ergeben; ein geringer Eingriff jedesmal bei der schwächsten Säurekonzentration, der, ansteigend, bis zu einer weitgehenden Entbasung bei der Anwendung von 10prozent. HCl führen würde. Dadurch mußte sich dann der Zusammenhang zwischen steigendem Basenverlust und dem dadurch hervorgerufenen schädlichen Zustand der Böden für das Pflanzenwachstum zeigen lassen.

Die Behandlung im großen stieß jedoch zunächst auf große Schwierigkeiten. Bei den bisherigen Versuchen in dieser Richtung, die von anderen Versuchsanstellern angegeben werden, gelangten stets nur geringe Mengen von Bodenmaterial zur Anwendung; 50—200 g oder im Höchstfall in einem Versuch von W. Hilkowitz[1]) 1200 g. Um aber aus dem Vegetationsversuch Schlüsse ziehen zu können, mußte mindestens mit 3 Parallelgefäßen gearbeitet werden. Es galt daher ca. 40 kg von jeder Bodenprobe herzustellen.

Um nun bei diesen großen Mengen eine gleichmäßige Einwirkung der Säuren gewährleisten zu können, wurde der ganze Boden vor der Behandlung durch Sieben durch das 2 mm Sieb vorbereitet. Es erschien dies auch schon darum zweckmäßig, um ein Material zu erhalten, das den in den Vorversuchen benutzten Bodenproben entsprach.

Die größte Schwierigkeit lag aber vor allem in der Entfernung der benutzten Säuren. Mit zunehmender Fortfuhr der Elektrolyte ließ sich der Boden nicht mehr dekantieren, es mußten daher Filter angewandt werden. Sobald jedoch die Bodenschicht auf den Filtern etwas mächtiger war, liefen diese sehr langsam ab. Bei den großen Mengen Flüssigkeit mußte daher gleichzeitig mit Dekantieren und Filtrieren unter Anwendung von mehreren, sehr breiten Filtern gearbeitet werden. Trotzdem dauerte jede einzelne Behandlung immerhin noch einige Wochen.

Die Methodik war folgende: Je 45 kg des Ausgangsbodens unter 2 mm Durchmesser wurden in großen Tonbottichen mit 45 l der betreffenden Säure gut vermischt, und unter häufigem Umrühren 3 Tage lang der Einwirkung der Säure überlassen. Darauf begann das Auswaschen, das, solange noch genügende Elektrolytmengen in der Flüssigkeit vorhanden waren, allein durch

[1]) W. Hilkowitz, Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düng., A 11, S. 229.

Dekantieren erfolgen konnte. 2—3 mal täglich wurde die über dem Boden stehende Flüssigkeit abgehebert, durch neue Mengen destillierten Wassers ersetzt, der Boden tüchtig umgerührt und wieder stehen gelassen. Später mußten die Waschwasser noch filtriert werden. Zu diesem Zwecke wurden große Durchschläge von 21 cm Durchmesser verwandt, auf die etwas Boden gebracht, und dann die Flüssigkeit durchgegeben wurde. Das Filtrat blieb nunmehr bis zum Schluß klar. Es wurden sowohl die Gesamtbodenmenge wie die auf den Filtern befindlichen solange ausgewaschen, bis die Prüfung der Waschwasser ergab, daß der Boden die betreffende angewandte Säure nicht mehr enthielt.

Dem Boden wurde sodann durch vorsichtiges Vortrocknen im Trockenschrank bei niedriger Temperatur der größte Teil des Wassers entzogen. Dann wurde er durch Ausbreiten an der Luft der vollständigen Trocknung überlassen.

Mit dieser Herstellung der Bodenproben war im Sommer vorigen Jahres begonnen worden. Das Auswaschen der Säure dauerte verschieden lange; 14 Tage bei der schwächsten Säurekonzentration, ca. $1^1/_2$ Monate bei der Anwendung von 10prozent. HCl. Infolge des langen Stehens mit Wasser entwickelten sich in den Bodenaufschwemmungen der II. und III. Behandlung beim Reinhäuser Boden und bei der IV. Behandlung des Oldershäuser Bodens Protozoen, die jeweils durch 20 ccm einer 1prozent. Karbolsäurelösung abgetötet wurden, um deren unkontrollierbare Einwirkungen zu vermeiden. Das Desinfektionsmittel wurde durch weiteres gründliches Auswaschen wieder entfernt.

Sämtliche Filtrate der Oldershäuser Bodenserie waren mehr oder wenigr stark braun gefärbt, während bei dem Reinhäuser Boden nur der Auszug mit 10prozent. HCl eine schwach gelbliche Farbe zeigte.

Die lufttrockenen Böden wurden in großen Vegetationsgefäßen aus Zink den Winter über aufbewahrt, nachdem eine nochmalige Zerkleinerung des Materials stattgefunden hatte und eine Durchschnittsprobe für die weiteren Untersuchungen entnommen worden war. Die Bestimmung der PH-Werte erfolgte sofort nach der Fertigstellung jeder Bodenart, und dann im Laufe des Winters regelmäßig alle 7 Wochen, um feststellen zu können, ob Witterung und Luft, bezw. Lagerung die Reaktion dieser künstlich sauer gemachten Böden beeinflussen würden.

Die Bestimmung der Reaktionszahlen wurde stets im KCl-Auszug ausgeführt, wie auch alle weiteren Angaben von PH-Werten in dieser Arbeit sich auf die Wasserstoffionenkonzentration des KCl-Auszuges beziehen. Die benutzte Methode war folgende: 30 g des lufttrockenen Bodens wurden eine Stunde lang mit 100 ccm einer normalen KCl-Lösung geschüttelt; das Filtrat diente zur Bestimmung. Es wurde die elektrometrische Messung mit Hilfe der Wasserstoffelekrode angewandt; die Einstellung des Potentials erfolgte in den meisten Fällen sehr rasch.

Es war zu erwarten, daß bei dieser Ausführung der Bestimmung nicht die wahre, augenblicklich im Boden befindliche Menge an Wasserstoffionen ermittelt würde, sondern die durch das Neutralsalz ausgetauschte, aktivierte. Die PH-Zahl des KCl. Auszuges liegt nach den Untersuchungen von H. R. Christensen und S. T. Jensen[1]) stets tiefer als die des Wasserauszuges. Von einer Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration des Wasserauszuges mußte jedoch abgesehen werden, da durch die gründliche Auswaschung der Böden die Elektrolyte derart weit entfernt waren, daß der Wasserauszug kaum noch den elektrischen Strom zu leiten vermochte, und eine genaue Einstellung des Potentials völlig unmöglich war. Es wurde daher nur die Bestimmung der Wasserstoffionen im KCl-Auszug durchgeführt, und es erscheint dies um so mehr berechtigt, als es sich in vorliegender Arbeit nicht darum handelt, die absoluten PH-Werte zu ermitteln, bis zu denen ein Boden noch eine normale Ernte zu bringen vermag; vielmehr sollten nur relative Zustände der Entbasung gekennzeichnet werden. Wenn man weiterhin bedenkt, daß der KCl-Auszug die aktuelle Azidität bestimmt, die bei einem Boden durch die Behandlung mit Düngesalzen im Höchsfall auftreten kann, so erkennt man ohne weiteres, daß dieser Methode nicht ganz eine praktische Bedeutung abgesprochen werden darf.

Die nach dieser Methode gewonnenen Resultate bei der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration der mit den verschiedenen Säuren behandelten Böden sind in Tabelle I zusammengefaßt. Die angegebenen Zahlen sind Mittelwerte aus zwei gut übereinstimmenden Bestimmungen.

---

[1]) H. R. Christensen u. S. T. Jensen, Internat. Mittlg. für Bodenkunde 14, 1.

Tabelle I.

PH-Zahlen der Böden, gemessen während des Winters in Zeitintervallen von 7 Wochen.

Ausgangsboden	Art der Behandlung.				
	unbehandelt	0,01-prozent. H_2SO_4	0,1-prozent. H_2SO_4	1-prozent. H_2SO_4	10-prozent. HCl
Oldershausen					
im Anfang	5,89	5,73	4,47	3,36	3,06
nach 7 Wochen .	6,04	5,84	4,53	3,45	3,11
„ 14 „ .	5,82	5,67	4,29	3,22	3,07
	unbehandelt	1-prozent. H_2SO_4	2-prozent. HCl	10-prozent. HCl	
Reinhausen					
im Anfang	6,92	6,59	5,99	3,20	
nach 7 Wochen .	7,12	6,67	5,99	3,19	
„ 14 „ .	7,00	6,52	5,96	3,21	

Aus dieser Tabelle ist zweierlei ersichtlich: 1. ist es gelungen auch im großen durch Einwirkung wechselnder Säurekonzentrationen verschiedene Abbaustufen und damit Aziditätsgrade zu erreichen; und 2. die Böden behalten ihre künstlich erzeugte Azidität auch bei längerer Lagerung bei. Die gemessenen geringen Schwankungen haben keine wesentliche Bedeutung, da sie sich innerhalb solcher Größenordnung bewegen, wie sie bei in der Natur versauerten Böden bei längerer Lagerung ebenfalls beobachtet worden sind.

Parallel zu dieser Herstellung der Böden zum Vegetationsversuch wurde unter Einhaltung derselben Versuchsbedingungen die gleiche Behandlung noch einmal an geringen Mengen von Bodenmaterial vorgenommen, um die in Lösung gegangenen Stoffe zu bestimmen. Von einer Analyse der Bodenextrakte der Behandlung im großen wurde deshalb abgesehen, weil bei den angewandten Mengen die Fehlermöglichkeit zu groß erschien. Es wurden 500 g Ausgangsboden mit 500 ccm der betreffenden Säure unter häufigem Umschütteln 3 Tage lang stehen gelassen,

abfiltriert und bis zum Verschwinden der Säurereaktion ausgewaschen. Um ein Vergleichsmoment mit den großen Bodenmengen zu besitzen, wurden die Bodenrückstände in gleicher Weise getrocknet, zerkleinert und ebenfalls der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration im KCl-Auszug unterworfen. Die folgenden Angaben, die wiederum Mittelwerte aus zwei Bestimmungen darstellen, belegen, daß eine sehr gute Übereinstimmung der PH-Werte der beiden Behandlungen erreicht worden war.

Ausgangsboden	Art der Behandlung			
	0,01 prozent. H_2SO_4	0,1 prozent. H_2SO_4	1 prozent. H_2SO_4	10 prozent. HCl
Oldershausen . . .				
große Probe . .	5,73	4,47	3,36	3,06
kleine „ . .	5,65	4,40	3,38	3,10
	1 prozent. H_2SO_4	2 prozent. HCl	10 prozent. HCl	
Reinhausen				
große Probe . .	6,59	5,99	3,20	
kleine „ . .	6,52	5,87	3,12	

Bedenkt man nun, daß nach der Anschauung über das Wesen der Azidität die Größe des PH-Wertes eine Folge des Entbasungsgrades des Bodens darstellt, so darf man wohl annehmen, daß die herausgelösten Basenmengen bei beiden Ausführungen prozentual die gleichen gewesen sind.

Die gefundenen Analysenwerte für die durch die Säuren entzogenen Bodenbestandteile sind in Tabelle II mitgeteilt.

Überblickt man die Ergebnisse dieser Tabelle und vergleicht den Gesamtverlust an Basen innerhalb jeder Bodenserie mit den oben angeführten PH-Werten, so erkennt man zunächst die Übereinstimmung zwischem dem Aziditätszustand der Böden und dem eingetretenen Basenverlust. Auffallend ist die Erscheinung, daß bei der Oldershäuser Reihe die 10prozent. Salzsäure nur noch eine geringe Verschiebung der Reaktionszahl bewirken konnte. Dies ist wohl damit zu erklären, daß hier bereits eine weitgehende Zersetzung der entbasten Verwitterungskomplexe selbst statt-

Tabelle II.

Analysen der Bodenextrakte.

Ausgangsboden	Art der Behandlung			
	0,01 prozent. H_2SO_4	0,1 prozent. H_2SO_4	1 prozent. H_2So_4	10 prozent. HCl
Oldershausen				
SiO_2	0,008	0,008	0,077	0,046
Al_2O_3	—	—	0,123	0,68
Fe_2O_3	—	—	0,109	0,85
P_2O_5	—	—	0,025	0,084
CaO	0,055	0,063	0,204	0,259
MgO	0,005	0,020	0,048	0,055
K_2O	0,027	0,029	0,044	0,073
Na_2O	0,008	0,009	0,012	0.032
Summe der gelösten Bestandteile . .	0,103	0,129	0,642	2,079
Gesamtverlust an Basen in Äquivalenten von CaO berechnet . . .	0,085	0,116	0,308	0,407

Reinhausen	1 prozentige H_2SO_4	2 prozent. HCl	10 prozent. HCl
SiO_2	0,007	0,031	0,079
Al_2O_3	—	0,75	1,29
Fe_2O_3	—	0,79	1,44
P_2O_5	Spur.	Spur.	0,043
CaO	0,254	0,855	1,27
MgO	0,163	0,491	2,13
K_2O	0,028	0,070	0,104
Na_2O	0,023	0,073	0,104
Summe der gelösten Bestandteile	0,475	3,060	6,460
Gesamtverlust an Basen, entsprechend CaO . .	0,519	1,646	4,386

gefunden hat, was aus dem Gehalt der Lösung an Aluminium und Eisen geschlossen werden muß. Auf diese Verhältnisse wird jedoch weiter unten noch eingegangen werden.

Es sollte nun zunächst festgestellt werden, inwieweit der Eingriff der Säuren die Bodenstruktur und die damit in Zusammenhang stehenden physikalischen Verhältnisse der Böden beeinflußt hatte.

Der Einfluß des Versauerungsvorganges auf die physikalische Beschaffenheit des Bodens ist ein experimentell noch sehr wenig behandeltes Kapitel. Versuche liegen eigentlich nur von O. Arrhenius[1]) vor, doch haftet all seinen Ergebnissen ein Versuchsfehler an, der einen Vergleich mit den in der Natur vorkommenden Verhältnissen kaum möglich macht. Der Genannte untersucht in mehreren Arbeiten die Beziehungen zwischen Hygroskopizität Wasserkapazität, Sedimentation bei wechselndem PH durch Zusatz von Säure. Daß diese Ergebnisse bei dieser Versuchsanordnung durch entstehende Umsetzungsprodukte zwischen der Säure und dem Boden stark beeinflußt werden und daher zu Trugschlüssen führen können, ist wohl kaum abzustreiten. Es sei daher nicht näher auf diese Versuche hier eingegangen.

Demzufolge mußte es sehr angebracht erscheinen, an dem hier gewonnenen Bodenmaterial derartige Untersuchungen vorzunehmen. Zu diesem Zweck wurden die Hygroskopizitätsbestimmungen nach der Methode von Rodewald-Mitscherlich und die Schlämmanalysen nach Wiegner ausgeführt, weil die Veränderungen in der Korngröße als zu gering angenommen wurden, als daß sie mit der Atterbergschen Schlämmmethode erfaßbar wären.

Die hauptsächlichsten Unterschiede mußten sich jedoch bei der Bestimmung der Hygroskopizität bemerkbar machen. Wenn man bedenkt, daß die kolloiden Bestandteile des Bodens die Träger des hygroskopisch gebundenen Wassers sind, und daß andrerseits die Säuren gerade diese kolloiden Verwitterungskomplexe angreifen und zerstören, so war anzunehmen, daß die behandelten Böden eine verminderte Hygroskopizität zeigen würden. Diese müßte abnehmen in dem Maße, als stärkere Säuren angewandt wurden. Die nachstehend mitgeteilten Ergebnisse der physikalischen Untersuchungen konnten jedoch diese Vermutungen nicht bestätigen.

---

[1]) O. Arrhenius, Geol. Fören Förhandl. 44, 475, 1922.

Physikalische Untersuchungen.

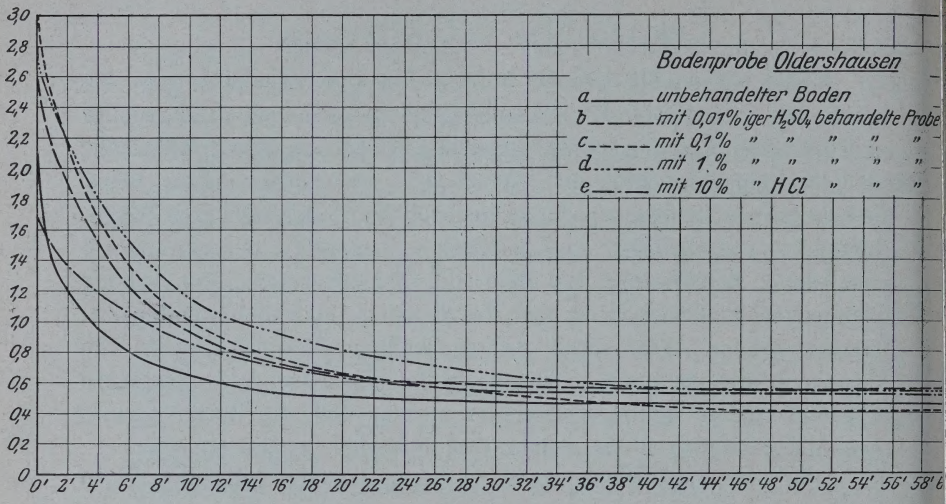
Ganz allgemein konnte bereits bei der Zerkleinerung des nach den verschiedenen Behandlungen gewonnenen und wieder getrockneten Bodenmaterials festgestellt werden, daß die Kohäreszenz der Bodenpartikelchen mit der Stärke der angewandten Säure erheblich nachgelassen hatte. Die Rückstände der stärkeren Säurebehandlungen zerfielen viel leichter. Besonders charakteristisch war diese Erscheinung bei dem Reinhäuser Boden, der infolge seines großen Tongehaltes der Bearbeitung im unbehandelten Zustande großen Widerstand entgegensetzte, während sowohl die 2 prozent. wie in noch größerem Maße die 10 prozent. Salzsäure auf den Boden derart eingewirkt hatten, daß die Zerkleinerung des Materials das 2. Mal leicht und mühelos vonstatten ging.

Bei der Hygroskopizitätsbestimmung wurden folgende Werte gefunden.

Ausgangsboden	behandelt mit	Hygroskopizitäts-wert	Zunahme gegenüber unbehandelt
Oldershausen . .	unbehandelt	4,06 ± 0,02	—
	0,01 prozent. H_2SO_4	4,10 ± 0,03	0,04 ± 0,04
	0,1 prozent. H_2SO_4	4,25 ± 0,01	0,19 ± 0,02
	1 prozent. H_2SO_4	4,49 ± 0,08	0,43 ± 0,08
	10 prozent. HCl	5,61 ± 0,12	1,55 ± 0,12
Reinhausen . . .	unbehandelt	10,43 ± 0,07	—
	1 prozent. H_2SO_4	10,59 ± 0,03	0,16 ± 0,08
	2 prozent HCl	12,65 ± 0,02	2,22 ± 0,07
	20 prozent. HCl	14,61 ± 0,03	4,18 ± 0,08

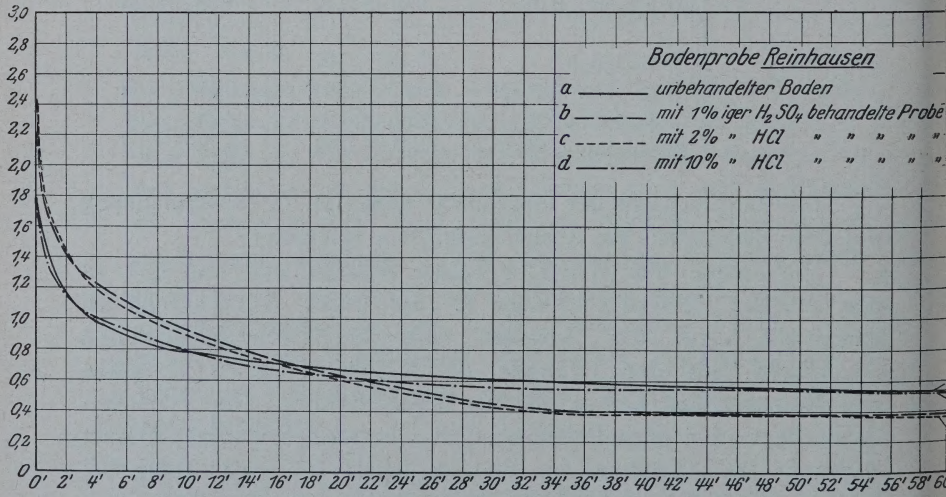
Die Besprechung der Ergebnisse soll erst im Zusammenhang mit den Resultaten der Schlämmanalysen erfolgen.

Die Zahlen der Wiegnerschen Schlämmanalysen sind in den Tabellen III und IV (siehe S. 254) durch Kurvengraphisch dargestellt. Auf der Abszisse sind die Beobachtungszeiten abgetragen, auf der Ordinate die Höhendifferenzen zwischen den Menisken des weiten und des engen Rohres. Die Versuchsdauer betrug bei allen Bestimmungen eine Stunde, da nach diesem Zeitraum ein Absinken des Wasserspiegels im engen Rohr bei keinem der Böden mehr beobachtet werden konnte. Eine pro-



zentische Berechnung der am Aufbau der einzelnen Böden beteiligten Teilchenfraktionen wurde unterlassen, weil zu Zwecken des Vergleiches der Böden untereinander die Kurvendarstellung ein ebenso anschauliches Bild zu geben vermag.

Besprechung der Ergebnisse: Aus den hier angeführten Bestimmungen ist folgendes ersichtlich. Zunächst lassen die mit dem Grad der Versauerung ansteigenden Hygroskopizitätswerte



darauf schließen, daß eine Vergrößerung der Oberfläche, also eine Verfeinerung der Bodenpartikelchen stattgefunden hat. Die vermutete Abnahme der Hygroskopizitätswerte ist also nicht eingetreten, ein Zeichen dafür, daß der Vorgang der Verfeinerung der Bodenteilchen in seiner Wirkung die Zerstörung der Kolloide überwiegt.

Aus den Ergebnissen der Wiegnerschen Schlämmanalysen kann man ebenfalls eine Verfeinerung des Bodenmaterials ableiten. Zur Beurteilung dieser Kurvenbilder sind folgende Überlegungen wichtig. 1. Änderungen in der Korngröße der Bodenteilchen werden sich vor allem zu Anfang der Bestimmung innerhalb der ersten Minuten bemerkbar machen. Der Anfangsteil der Kurven gibt diese Veränderungen wieder und auf ihn müssen wir daher hauptsächlich unsere Aufmerksamkeit lenken. 2. Je feiner ein Boden dispergiert ist, um so mehr Teilchen befinden sich zu Anfang in der Schwebe, um so größer ist zu Beginn die Differenz der Menisken, um so höher setzt also die Kurve an.

Betrachtet man unter diesen Gesichtspunkten die Kurvenbilder, so muß man folgern, daß die 1., 2. und 3. Säurebehandlung (Linien b, c, d) bei dem Oldershäuser Boden eine Verfeinerung der Bodenteilchen hervorgerufen hat. Das gleiche gilt für die 1. und 2. Säurebehandlung (Linie b und c) bei dem Reinhäuser Boden. Diese Ergebnisse würden mit den Hygroskopizitätsbestimmungen übereinstimmen. Ein gewisser Gegensatz scheint jedoch darin zu liegen, daß die mit 10prozent. HCl behandelten Bodenproben die größte Hygroskopizität aufweisen, während die Schlämmanalyse eine Peptisation bei diesen Böden nicht erkennen läßt. Das besondere Verhalten dieser Böden ist wohl darin begründet, daß in diesem Fall eine Säurekonzentration Anwendung fand, die in hohem Maße die Verwitterungskomplexe selbst angegriffen hat. Darauf wurde schon an anderer Stelle hingewiesen. Es hat sowohl eine Zerstörung der Bodenkrümel, als auch der feinsten, kolloid dispersen Teile stattgefunden. Die Zerstörung der Bodenkrümel hat bewirkt, daß im ganzen sich die Bodenoberfläche vergrößert hat, die Hygroskopizität hat zugenommen. Die Zerstörung der feinsten, kolloid dispersen Teile macht sich bei der Aufschlämmung in Wasser bemerkbar, die Wiegnersche Schlämmkurve setzt tief an.

Die nach dem Vegetationsversuch ausgeführten Durchsickerungsversuche vermögen noch deutlicher diese Verhältnisse klar zu legen. Es wird bei der Besprechung dieser Ergebnisse auf die soeben gegebenen Erklärungen zurückzugreifen sein.

Chemische Untersuchungen.

Hatten sich so bereits Unterschiede zwischen den gewonnenen Böden in ihrem physikalischen Verhalten gezeigt, so war es weiterhin von Interesse, festzustellen, inwieweit durch unsere chemischen Mittel die Verschiedenheiten der einzelnen Abbaustufen erfaßbar wären. Zu diesem Zweck wurden bei allen Böden die in heißer 10prozent. HCl löslichen Bestandteile bestimmt. Die Versuchsanordnung war die gleiche wie sie zu Anfang bei der chemischen Charakterisierung der Ausgangsböden beschrieben wurde.

Die Resultate sind in Tabelle V zusammengestellt.

Bei der Betrachtung dieser Tabelle fällt zunächst die Zunahme der laugelöslichen Kieselsäure mit steigender Konzentration der angewandten Säurebehandlung auf. Dieses Verhalten der Kieselsäure ist sowohl bei der Oldershäuser wie bei der Reinhäuser Bodenserie zu beobachten; und macht sich bei beiden Reihen besonders stark bei den mit 10prozent. HCl behandelten Bodenproben kenntlich. Diese Erscheinung findet wohl ihre Erklärung darin, daß eine weitgehende Zertrümmerung der Verwitterungskomplexe erfolgt ist, und es werden dadurch die Befunde der physikalischen Untersuchungen ebenfalls unterstützt. Die Säuren haben die Aluminium-Kieselsäuregele derart angegriffen, daß zunächst eine Herauslösung der basischen Bestandteile stattgefunden hat, schließlich aber auch das Aluminium und Eisen angegriffen wurden, so daß die Kieselsäure allein zurückblieb. Wir finden daher in den Salzsäureauszügen den Aluminium- und Eisengehalt zunächst bei den mit schwacher Säurekonzentrationen behandelten Böden nicht verringert. Eine merkbare Abnahme setzt bei dem Oldershäuser Boden erst bei der mit 1prozent. H_2SO_4 behandelten Probe ein, bei der Reinhäuser Reihe bei dem mit 2prozent. HCl behandelten Boden; und ist naturgemäß bei den beiden Böden bei der mit 10prozent. HCl behandelten Probe am deutlichsten, da die betreffenden Bestandteile schon herausgelöst waren.

Tabelle V.
Salzsäureauszüge.

Ausgangsboden	Art der Behandlung				
	unbehandelt	0,01-prozent. H_2SO_4	0,1-prozent. H_2SO_4	1-prozent. H_2SO_4	10-prozent. HCl
Oldershausen					
SiO_2, säurelöslich . .	0,15	0,14	0,13	0,12	0,13
SiO_2, laugelöslich . .	3,24	3,18	3,38	3,59	3,85
Ges. lösl. SiO_2	3,39	3,32	3,51	3,71	3,98
Al_2O_3	1,69	1,78	1,57	1,79	1,09
Fe_2O_3	2,55	2,51	2,61	2,27	1,64
P_2O_5	0,16	0,16	0,16	0,16	0,10
CaO	0,26	0,25	0,21	0,15	0,15
MgO	0,44	0,43	0,40	0,37	0,38
K_2O	0,35	0,31	0,34	0,29	0,26
Na_2O	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
	unbehandelt	1-prozent. H_2SO_4	2-prozent. HCl	10-prozent. HCl	
Reinhausen					
SiO_2, säurelöslich . .	0,21	0,21	0,20	0,18	
SiO_2, laugelöslich . .	4,08	4,10	4,34	4,92	
Ges. lösl. SiO_2	4,29	4,31	4,54	5,10	
Al_2O_3	5,22	5,01	4,75	3,26	
Fe_2O_3	4,59	4,48	4,20	3,78	
P_2O_5	0,16	0,16	0,16	0,12	
CaO	1,39	1,23	1,08	0,13	
MgO	4,44	4,50	4,28	2,77	
K_2O	0,72	0,72	0,72	0,71	
Na_2O	0,17	0,18	0,14	0,15	

Der Angriff der Basen hat sich vor allem auf das Herauslösen von Kalzium und Magnesium erstreckt; besonders bei dem an Kalzium- und Magnesiumkarbonat reichen Reinhäuser Boden sind diese Substanzen in großen Mengen entführt. Das bedeutet aber für den Boden, daß er all die Bestandteile eingebüßt hat, die seine Pufferkraft bedingten, sodaß er nun dem Versauerungsvorgang viel leichter zugänglich sein wird.

Weniger stark angegriffen ist der Kalium- und Natriumbestand der Böden. Die Ergebnisse der K_2O-, Na_2O- und P_2O_5-Bestimmung zeigen allerdings auch eine abnehmende Tendenz, doch sind hier die Unterschiede gegenüber dem unbehandelten Boden nicht sehr groß.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die chemische Untersuchung die Basenverarmung der Böden nachweisen konnte. Dort, wo darüber hinaus eine Zertrümmerung der Verwitterungskomplexe stattgefunden hat, ist auch dieses durch die Salzsäureauszüge kenntlich geworden.

Vegetationsversuche.

Die Untersuchungen über die physikalischen und chemischen Einflüsse der Säurebehandlungen auf die Böden hatten dargetan, daß ein Herauslösen der Basen und bei den stärkeren Konzentrationen eine teilweise Zersetzung der Verwitterungskomplexe stattgefunden hatte. Dieser Vorgang hatte eine aufteilende Wirkung auf die Bodenteilchen hervorgerufen; es war Peptisation eingetreten. Als Folge dieser Entbasung hatte der Boden den Charakter eines sauren Bodens angenommen, wenn man die Verschiebung des Reaktionswertes als Zeichen dafür ansprechen darf.

Um nun ein Urteil darüber zu gewinnen, welchen Einfluß diese Änderungen in Struktur und Basengehalt der Böden auf das Pflanzenwachstum ausüben würden, wurde die Methode angewandt, die den sichersten Aufschluß darüber zu geben vermag; es wurde mit diesem Material ein Gefäßversuch durchgeführt.

Bevor mit der Beschreibung dieses Vegetationsversuches begonnen werden soll, sei noch auf die Literatur verwiesen, die Angaben über die Einwirkung von Böden, die in ihren Aziditätsverhältnissen künstlich variiert wurden, auf das Pflanzenwachstum bringt. Wie schon eingangs erwähnt, sind Versuche mit künstlich sauer gemachten Böden, bei denen die in dieser Arbeit benutzte Methode angewandt wurde, noch nicht ausgeführt. Es kann daher hier nur auf die Arbeiten verwiesen werden, in denen in ähnliche Weise durch künstliche Eingriffe die Azidität variiert, und daraufhin die Säureempfindlichkeit der Pflanzen untersucht wurde. Unter all diesen Arbeiten kann man in Bezug auf die angewandte Methode 2 Gruppen unterscheiden.

H. Kappen und seine Schüler[1]), sowie C. Olsen[2]) benutzten saure Ausgangsböden, deren Azidität sie durch verschiedene starke Kalkgaben stufenweise neutralisierten. Andere Forscher, wie O. Lemmermann und L. Frescenius[3]), O. Arrhenius[4]) und H. Osvald[5]) variierten die Reaktion durch geeignete Zusätze von Säuren oder Basen, ohne die gelösten Produkte wieder zu entfernen. Diese zuletzt genannten Arbeiten können daher mit vorliegendem Versuch nicht in Zusammenhang gebracht werden, denn bei dieser Methodik hat ja keine Entbasung der Böden stattgefunden, höchstens eine Überführung des Basenbestandes in eine andere Form. Bei der erstgenannten Gruppe der Versuche wurde jedoch schon von einem Boden ausgegangen, dessen Zustand erst durch diese Arbeit als ein Produkt des Basenverarmungsprozesses erwiesen werden soll. Es lassen also beide Arten der Versuchsanstellung wenig Vergleichsmöglichkeiten zu.

Bei der Anlage vorliegenden Vegetationsversuches wurde nun von folgenden Überlegungen ausgegangen. Das Ziel des Versuches war einmal, die Wirkung der verschiedenen Abbaustufen auf die Pflanze zu beobachten; dann sollte aber auch gleichzeitig die Frage Beantwortung finden, wie sich diese Böden dem Pflanzenwachstum gegenüber verhalten würden, wenn man ihnen die Menge von Basen wieder zuführte, die entzogen worden war.

Um reaktionsverschiebende Einflüsse von Nährsalzen zu vermeiden, mußte von einer Grunddüngung abgesehen werden. Die Böden gelangten daher in der einen Reihe ganz ohne jede Düngung zur Anwendung, und in der 2. Reihe sollten sie nur die entführten Basen zurückerhalten. Die Menge ergab sich aus den Analysen der Bodenauszüge, und es hätten eigentlich dementsprechend Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium dem Boden zurückgegeben werden müssen. Eine Verabreichung dieser Elemente in der Form von Düngesalzen muße aber aus den soeben angeführten Gründen für die Vermeidung einer Grund-

---

[1]) H. Kirste: Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düngung A 5., S. 129 u. H. Haarstert: Ebenda A 9 S. 265.

[2]) C. Olsen: Compt. rendu Labor Carlsberg 15,1 (1921).

[3]) O. Lemmermann u. L. Frescenius: Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düng. A 1 S. 12.

[4]) O. Arrhenius: Ebenda A 4 S. 44.

[5]) H. Osvald: Jordreaktioneß betydelse för voxtligheten Lantm. 1923.

düngung abgelehnt werden. Man hätte also die betreffenden Metalle nur in Form ihrer Hydroxyde zuführen können. Dieses erschien aber zu gefährlich, weil es bekannt ist, daß KOH und NaOH in hohem Maße verschlämmend auf den Boden wirken. Außerdem mußte eine verschieden starke Zufuhr von Kali in wasserlöslicher Form einen erheblichen Einfluß auf die Pflanzenproduktion ausüben. Es waren aber keine Bedenken vorhanden, daß eine verschieden starke Kalkabgabe andere, derartig störende Einflüsse auf das Pflanzenwachstum ausüben würde, als die, die durch die Wiederherstellung des Basengehaltes des Bodens bedingt waren. Die Anwendung des Kalkes gestattete, auch die Zufuhr einer Säure zu vermeiden, da man ihn ohne Bedenken als CaO dem schweren Boden verabreichen kann, und weil in der landwirschaftlichen Praxis die schädigende Bodenazidität auch in der Weise zu überwinden gesucht wird.

Es wurde also die dem Gesamtverlust an Basen äquivalente Menge CaO berechnet. Dies ergab:

für 100 g Boden zu verabfolgende Menge CaO bei der Behandlung mit

Ausgangsboden	0,01 prozent. H_2SO_4	0,1 prozent. H_2SO_4	1 prozent. H_2SO_4	10 prozent. HCl
Oldershausen . . .	0,085 g	0,116 g	0,308 g	0,407 g
Ausgangsboden	1 prozent. H_2SO_4	2 prozent. HCl	10 prozent. HCl	
Reinhausen . . .	0,519 g	1,646 g	4,386 g	

Bei den 6 kg trockenen Boden fassenden Vegetationsgefäßen würde dies einer CaO-Gabe pro Topf entsprechen:

Ausgangsboden	0,01 prozent. H_2SO_4	0,1 prozent. H_2SO_4	1 prozent. H_2SO_4	10 prozent. HCl
Oldershausen . . .	5,3 g	7,2 g	19,0 g	25,2 g
Ausgangsboden	1 prozent H_2SO_4	2 prozent. HCl	10 prozent. HCl	
Reinhausen . . .	33,54 g	106,26 g	283,20 g	

Bei der Oldershäuser Bodenserie konnten diese derart berechneten CaO-Mengen noch Anwendung finden, jedoch dem Reinhäuser Boden diese hohen Kalkgaben zuzuführen, hieße, das Pflanzenwachstum von Anfang an gefährden.

Es wurde daher in einem Versuch geprüft, welche Mengen Kalk nötig waren, um dem sauersten Boden wieder neutrale Reaktion zu verleihen. Zu diesem Zwecke wurden je 100 g des mit 10 prozent. HCl behandelten Bodens mit verschiedenen Kalkgaben gemischt, entsprechend 25, 50, 75 und 100 g CaO pro Vegetationsgefäß. Diese Proben blieben 8 Tage lang stehen und wurden dann auf ihren PH-Wert untersucht. Es ergaben sich folgende Zahlen:

Es ergaben sich folgende Zahlen:

Boden Reinhausen		gemischt mit	PH-Wert nach 8 Tagen
behandelt mit 10prozent. HCl	1.	entspr. 25 g CaO auf 6 kg Boden	3,53
	2.	„ 50 „ „ „ 6 „ „	5,97
	3.	„ 75 „ „ „ 6 „ „	6,43
	4.	„ 100 „ „ „ 6 „ „	7,59

Daraus ersieht man, daß schon ein Drittel der berechneten Kalkmenge genügte, dem Boden neutrale Reaktion zu erteilen, und deshalb wurde bei der Reinhäuser Bodenserie nur ein Drittel des Gesamtverlustes an Basen in Äquivalenten von CaO gegeben.

Auf Grund dieser Überlegungen und Berechnungen erfolgte die Aufstellung des Versuchsplanes nach folgendem Schema, wobei nochmals darauf hingewiesen werden soll, daß bei dem Reinhäuser Boden die Höhe der CaO-Gabe nicht allein durch die Analysenergebnisse erklärt wird, sondern auf Grund der Resultate des soeben beschriebenen Neutralisationsversuches erfolgen mußte.

Die zu dem Versuche dienenden Vegetationsgefäße waren innen mit Eisenlack bestrichene und mit Durchlüftungsröhren versehene Zinkgefäße von 20 cm Höhe und 19,5 cm Durchmesser. Sie faßten 6 kg trockenen Boden. Als Versuchspflanze diente Hafer, und zwar die Sorte „Original Petkuser Gelbhafer".

Der Versuch wurde am 8. April 1929 angesetzt. Die Beschickung der Gefäße, sowie die Durchmischung mit Kalk erfolgte nach den Vorschriften der Durchführung des exakten Düngungsversuches. Die Gefäße blieben zunächst 10 Tage stehen, um einen schädigenden Einfluß der großen Ätzkalkmengen auf die Saat zu verhindern und erst eine weitgehende Umsetzung in kohlensauren

Versuchsplan.

Vegetat. Gef. Nr.	Ausgangsboden	behandelt mit	Kalkgabe
111—113	Oldershausen	—	—
114—116	„	0,01 prozent. H_2SO_4	—
117—119	„	„	5,3 g CaO
120—122	„	0,1 prozent. H_2SO_4	—
123—125	„	„	7,2 g CaO
126—128	„	1 prozent. H_2SO_4	—
129—131	„	„	19,0 g CaO
132—134	„	10 prozent. HCl	—
135—137	„	„	25,2 g CaO
138—140	Reinhausen	—	—
141—143	„	1 prozent. H_2SO_4	—
144—146	„	„	11 g CaO
147—149	„	2 prozent. HCl	—
150—152	„	„	35 g CaO
153—155	„	10 prozent. HCl	—
156—158	„	„	94 g CaO

Kalk herbeizuführen. Die Einsaat erfolgte am 18. April, und zwar wurden je Gefäß 14 Körner ausgesät, die am 25. April aufzulaufen begannen.

Die Wasserversorgung wurde derart geregelt, daß die jungen Pflanzen bis zum Verziehen zunächst gleiche Mengen, 50—100 ccm Wasser pro Tag und Gefäß, erhielten, und dann die Wassermenge durch tägliche Wägung auf 25% und im Laufe der Vegetationsperiode ansteigend bis zu 50% der Wasserkapazität gehalten wurde.

Aus den Aufzeichnungen über die Entwicklung der Pflanzen sei folgendes wiedergegeben:

Schon bei dem Auflauf der Saat zeigten sich Unterschiede. Bei der Oldershäuser Bodenserie waren die Pflanzen auf allen Gefäßen gleichmäßig aufgegangen bis auf die Töpfe, die den mit 10 prozent. HCl behandelten Boden enthielten. Hier erschienen die ersten Spitzen erst 3 Tage später, während aber die gekalkten Paralleltöpfe das gleiche Aussehen wie die übrigen aufweisen.

Auf den Töpfen der unbehandelten, wie der mit 1 prozent. H_2SO_4 behandelten Probe der Reinhäuser Bodenserie ging die Saat ebenfalls gleichmäßig auf. Auf allen übrigen Gefäßen, also

bei dem mit 2 prozent. HCl und dem mit 10 prozent HCl behandelten Boden und ihren gekalkten Parallelen war der Auflauf sehr ungleich. Er erfolgte ebenfalls 3 Tage später als bei den normalen Töpfen, und es gelangte hier nur ein Teil der Aussaat zur Keimung, so daß der Bestand später nicht mit verzogen werden konnte.

Das Vereinzeln der Pflanzen auf 8 Stück pro Topf fand am 3. Mai statt. Es wurden dabei die soeben erwähnten Gefäße der Reinhäuser Bodenserie ausgelassen, ebenso bei der Oldershäuser Reihe die später aufgegangenen Pflanzen des mit 10 prozent. HCl behandelten Bodens.

Am gleichen Tage wurden alle Gefäße mit einer Bodenaufschwemmung des jeweiligen Ausgangsbodens geimpft, um eine Schädigung der bakteriellen Tätigkeit aufzuheben, falls eine solche durch die Behandlung mit den Säuren eingetreten war.

Die Pflanzen gediehen normal und ohne jede Störung, und das gesamte Vegetationsbild entwickelte sich in sehr charakteristischer Weise. Es sei im folgenden kurz skizziert:

Ausgangsboden Oldershausen. Das Wachstum auf dem unbehandelten Boden zeigte keine sichtbaren Unterschiede gegenüber den mit 0,01 prozent. H_2SO_4 und mit 0,1 prozent. H_2SO_4 behandelten Proben. Auch der Einfluß der Kalkung macht sich bei diesen Böden dem Augenscheine nach nicht bemerkbar, so daß die ersten 5 Serien der Oldershäuser Reihe gleichmäßig gut stehen.

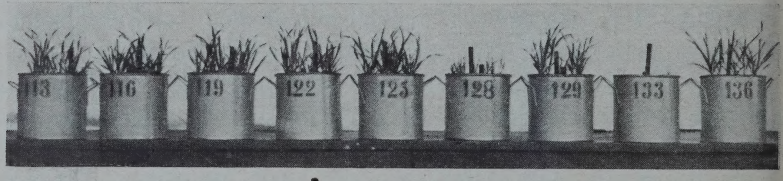
Bei dem mit 1 prozent. H_2SO_4 behandelten Boden sieht man in den ersten 14 Tagen ebenfalls keine Unterschiede; dann aber macht sich eine schädigende Wirkung an den Spitzen der Pflanzen bemerkbar. Diese verstärkt sich mehr und mehr, das Wachstum wird auch immer geringer und wird schließlich ganz eingestellt.

Daß diese Schädigung die gleichen Ursachen wie das schlechte Pflanzenwachstum auf den in der Natur versauerten Böden zu haben scheint, zeigt die Entwicklung der Pflanzen auf den mit der Kalkdüngung versehenen Paralleltöpfen. Diese sind kräftig und normal ausgebildet und gleichen in ihrem Aussehen vollkommen dem Bestande auf dem unbehandelten Boden.

Noch stärker geschädigt sind von Anfang an die Pflanzen auf der mit 10 prozent. HCl behandelten Bodenprobe. Hier hat

sich der Hafer überhaupt nicht weiter entwickelt, es sind nur 2—3 cm lange, dünne Pflänzchen erschienen, die sehr bald wieder abstarben. Aber auch bei diesem Boden macht sich die Wirkung der Kalkgabe sehr stark bemerkbar. Zu Anfang, innerhalb der ersten 14 Tage schien es allerdings, als würden die Pflanzen der gekalkten Paralelltöpfe dieses Bodens gegenüber den normalen etwas zurückbleiben, aber bereits in der 3. Woche holten sie diese Differenz wieder auf und standen schon nach der 3. Woche besser als alle anderen.

Nachstehende Abbildung, die am 23. Mai aufgenommen wurde, gibt diesen Stand der Vegetation wieder, der sich in seiner charakteristischen Form bis zur Ernte erhalten hat.



unbehandelt	0,01% H_2SO_4	desgl. + CaO	0,1% H_2SO_4	desgl. + CaO	1% H_2SO_4	desgl. + CaO	10% HCl	desgl. + CaO

Abb. 1.

Ausgangsboden Reinhausen: Das Bild hat sich seit dem Auflaufen der Saat nicht geändert, ist nur noch deutlicher hervorgetreten. Die Pflanzen der behandelten Reihe und der mit 1 prozent. H_2SO_4 behandelten Reihen zeigten untereinander keine Unterschiede. Das Wachstum auf dem mit 2 prozent. HCl behandelten Boden ist stark geschädigt, aber hier hat die Kalkung diese Wirkung nicht aufzuheben vermocht. Im Gegenteil scheinen auf den gekalkten Parallelgefäßen die Pflanzen noch mehr gefährdet, es sind noch weniger aufgegangen, und diese kränkeln stark. Bei den Töpfen des mit 10 prozent. HCl behandelten Bodens ist es wieder nur zur Ausbildung von kleinen, dünnen Pflänzchen gekommen. Die Parallelreihe dazu schien erst eine Kalkwirkung aufzuweisen. Die Pflanzen waren hier zahlreicher aufgegangen und entwickelten sich etwas besser als der Bestand des mit 2 prozent. HCl behandelten Bodens. Aber bald stellten sie ebenfalls ihr Wachstum ein, und starben ab.

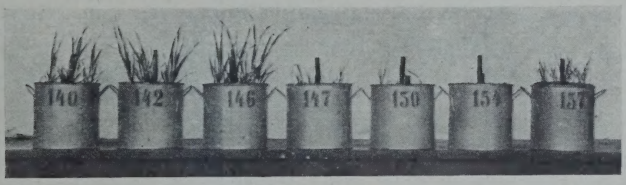
Das Gesamtbild der Reinhäuser Bodenserie änderte sich bis

ur Ernte auch nur wenig; die Abbildung 2 zeigt den Stand om 23. Mai.

Am 24. Mai wurden die kleinen, abgestorbenen Pflänzchen uf den mit 10prozent. HCl behandelten Böden der Oldershäuser-, ie auch der Reinhäuser Reihe abgeerntet, und gleichzeitig und n den darauffolgenden Wochen die abgestorbenen Blätter aller tark geschädigten Pflanzen gesammelt.

Die Rispenbildung setzte bei der Oldershäuser Versuchsreihe m 20. Mai ein. Auch die stark zurückgebliebenen Pflanzen des it 1prozent. H_2SO_4 behandelten Bodens bildeten noch Rispen aus.

Auf dem Reinhäuser Boden erschienen die Rispen erst am 3. Juni. Von den geschädigten Pflanzen brachten es nur die



unbe-handelt	1% H_2SO_4	desgl. +CaO	2% HCl	desgl. +CaO	10% HCl	desgl. +CaO

Abb. 2.

er gekalkten Reihe des mit 10prozent. HCl behandelten Bodens ur Rispenbildung.

Am 29. Juni standen alle diese Pflanzen in voller Blüte und vurden am gleichen Tage zusammen mit den letzten Resten der tark geschädigten Pflanzen geerntet.

Das Ernteergebnis war folgendes:

(Siehe die Tabelle VI. auf folgender Seite.)

Betrachtet man die in dieser Tabelle zusammengestellte Wirkung der verschiedenen Abbaustufen der Böden anf das Pflanzenwachstum, so läßt sich zunächst für die Oldershäuser Reihe ganz allgemein feststellen, daß die Schädigung auf den mit konzentrierteren Säuren behandelten Böden mehr und mehr anwächst. Der Eingriff der 0,01prozent. H_2SO_4 ist noch so gering gewesen, daß eine merkbare Schädigung nicht stattgefunden hat, denn die wahrscheinliche Schwankung läßt den Minderertrag dieses Bodens durchaus fraglich erscheinen. Aber schon auf dem

Tabelle VI.

Ernteergebnisse des Haferversuches.

Vegetat. Gef.-Nr.	Ausgangsboden	behandelt mit	Trockensubst.-Ertrag in g pro Topf	im Mittel	Differ. geg. unbehand.
111	Oldershausen	—	20,65		
112			21,98	21,52 ± 0,35	—
113			21,93		
114	„	0,01 prozent. H_2SO_4	21,30		
115			21,03	21,06 ± 0,10	— 0,46 ± 0,36
116			20,84		
120	„	0,1 prozent. H_2SO_4	17,61		
121			17,41	17,45 ± 0,07	— 4,07 ± 0,35
122			17,32		
126	„	1 prozent. H_2SO_4	0 68		
127			0,81	0,68 ± 0,05	— 20,84 ± 0,35
128			0,55		
132	„	10 prozent. HCl	0,02		
133			0,05	0,04 ± 0,01	— 21,48 ± 0,35
134			0,04		
138	Reinhausen	—	11,49		
139			10,31	12,45 ± 1,23	—
140			15,54		
141	„	1 prozent. H_2SO_4	24,09		
142			25,22	24,84 ± 0,30	+ 12,39 ± 1,27
143			25,21		
147	„	2 prozent. HCl	0,61		
148			0,98	0,80 ± 0,07	— 11,65 ± 1,23
149			0,80		
153	„	10 prozent. HCl	0,01		
154			0,01	0,01 ± 0,00	— 12,44 ± 1,23
155			0,02		

mit 0,1 prozent. H_2SO_4 behandelten Boden ist eine deutliche Erntedepression eingetreten, die auch durch den Ausfall der wahrscheinlichen Schwankungen durchaus sicher gestellt ist. Die Ertragsverminderung nimmt dann bei dem mit 1 prozent. H_2SO_4 behandelten Boden ganz erheblich zu, aber während hier die kleinen Pflanzen noch Rispen ausgebildet hatten, erwies sich die mit 10 prozent. HCl abgebaute Bodenprobe als völlig unbrauch-

bar für das Pflanzenwachstum. Von einer „Ernte“ kann man bei diesen Gefäßen kaum noch sprechen.

Ein eigenartiges Bild bieten die Ergebnisse der Reinhäuser Bodenserie. Sie lassen den Einfluß der Aziditätsverhältnisse leider nur teilweise erkennen.

Die 1. Säurebehandlung, die Einwirkung der 1 prozent. H_2SO_4 hat hier eine deutliche Steigerung des Ertrages bewirkt, was wohl seinen Grund darin findet, daß der Hafer schwach saure Reaktion bevorzugt. — Der Ernteabfall auf dem mit 2 prozent. HCl behandelten Boden steht aber in keinem Verhältnis mit dem erreichten Reaktionsgrad, so daß hier noch andere Faktoren, wie Nährstoffmangel infolge der Einwirkung der stärkeren Säure, eine Rolle gespielt haben müssen. Darauf wird weiter unten noch näher eingegangen werden. — Das Wachstum auf dem mit 10 prozent. HCl behandelten Boden war ganz analog dieser Probe bei der Oldershäuser Reihe völlig unterdrückt; es waren hier nur ganz kleine Keimlinge zur Ausbildung gekommen.

Das eine läßt sich also auch bei dieser Reihe erkennen, wenn auch nicht so deutlich wie bei dem Oldershäuser Ausgangsboden, daß ein Einfluß der Säurebehandlungen vorhanden ist, und daß dieser mit der Konzentration der angewandten Säure anwächst.

Daß diese Wirkung der Fortfuhr der Basen und den damit verbundenen Änderungen der austauschfähigen Bodenkörper zuzuschreiben ist, wird ersichtlich, wenn wir im folgenden den Einfluß der Kalkung betrachten.

Es sei zunächst wieder auf die Ergebnisse der Oldershäuser Versuchsreihe eingegangen. Die Wiederherstellung des Basenbestandes des Bodens hat überall eine durch die wahrscheinliche Schwankung gesicherte Ertragsvermehrung herbeigeführt. Entsprechend der stärkeren Schädigung steigt der Erntezuwachs bei den beiden letzten Bodenproben, den mit 1 prozent. H_2SO_4 und dem mit 10 prozent. HCl behandelten Böden, erheblich. Von besonderem Interesse ist die Erscheinung, daß bei dem mit 10 prozent. HCl behandelten Boden die Kalkung nicht nur den schädlichen Einfluß der Aziditätsverhältnisse aufgehoben, sondern noch eine sehr deutliche, darüber hinausgehende Ertragsvermehrung herbeigeführt hat. Dies findet folgendermaßen seine Erklärung:

Tabelle VII.

Ernteergebnisse der Haferernte (Kalkwirkung).

Vegetat Gef.-Nr.	Ausgangs-boden	behandelt mit	Trockensubst.-Ertrag in g pro Topf	Trockensubst.-Ertrag in g im Mittel	Mehrertr. bei gekalkt
114	Oldershausen	0,01 prozent. H_2SO_4	21,30		
115			21,03	21,06 ± 0,10	—
116			20,84		
117	„	0,01 prozent.	24,92		
118		H_2SO_4 + CaO	24,45	24,86 ± 0,17	+ 3,80 ± 0,20
119			25,23		
120	„	0,1 prozent. H_2SO_4	17.61		
121			17.41	17,45 ± 0,07	—
122			17,32		
123	„	0,1 prozent.	19,36		
124		H_2SO_4 + CaO	20,91	20,16 ± 0,32	+ 2,71 ± 0,32
125			20,21		
126	„	1 prozent. H_2SO_4	0,68		
127			0,81	0,68 ± 0,05	—
128			0,55		
129	„	1 prozent.	22,58		
130		H_2SO_4 + CaO	22,25	22,22 ± 0,16	+ 21,54 ± 0,16
131			21,82		
132	„	10 prozent. HCl	0,02		
133			0,05	0,04 ± 0,00	—
134			0,04		
135	„	10 prozent.	27,21		
136		HCl + CaO	28,31	27,95 ± 0,29	+ 27,91 ± 0,29
137			28,32		
141	Reinhausen	1 prozent. H_2SO_4	24,09		
142			25,22	24,84 ± 0,30	—
143			25,21		
144	„	1 prozent.	18,29		
145		H_2SO_4 + CaO	16,53	17,06 ± 1,09	— 7,78 ± 1,13
146			16,37		
147	„	2 prozent. HCl	0,61		
148			0,98	0,80 ± 0,07	—
149			0,80		
150	„	2 prozent.	0,38		
151		HOl + CaO	0,24	0,31 ± 0,03	— 0,69 ± 0,08
152			0,31		
153	„	10 prozent. HCl	0,01		
154			0,01	0,01 ± 0,00	—
155			0,02		
156	„	10 prozent.	0,48		
157		HCl + CaO	0,49	0,52 ± 0,03	+ 0,51 ± 0,03
158			0,59		

Durch die Einwirkung der starken Säure hat, wie schon mehrfach erwähnt, eine Zertrümmerung des Silikatkomplexes stattgefunden. Der wieder zugeführte Kalk findet daher nicht mehr eine äquivalente Menge von Wasserstoffionen vor, es findet ein Umtausch gegen H-Ionen statt, die auch schon vorher in dem unbehandelten, schwach sauren Boden vorhanden waren. Dadurch wird die Reaktionszahl weiter nach der alkalischen Seite hin verschoben, was nach allem einen günstigen Einfluß auf das Pflanzenwachstum ausüben muß.

Die Ergebnisse der Reinhäuser Böden lassen die Übersichtlichkeit vermissen, die die Oldershäuser Reihe aufweist. Die Erntedepression der gekalkten Paralleltöpfe der mit 1prozent. H_2SO_4 behandelten Serie steht im Einklang damit, daß die Versauerung einen günstigen Einfluß bei diesem Boden ausgeübt hatte, der durch die Kalkung wieder aufgehoben werden mußte. Bei den mit 2prozent. HCl und mit 10prozent. HCl behandelten Böden hat die Zufuhr des Kalkes die Aziditätsschädigung nicht aufzuheben vermocht. Wie gezeigt worden war, mußte aber eine Neutralisation der Böden durch die Kalkgabe erfolgt sein. Auf entbaste, austauschfähige Bodenkörper ist also diese Wirkung nicht mehr zurückzuführen. Wie aber die Analysenergebnisse auf Seite 257 belegen, ist der Boden durch die Einwirkung dieser beiden Säuren sehr stark angegriffen worden, es wurden ihm viel mehr Stoffe entzogen als dem Oldershäuser Boden, so daß wohl ein Grund für die Schädigung darin zu suchen ist, daß der Boden seines löslichen Nährstoffkapitals durch die Säuren beraubt worden ist, so daß die Pflanzen unter Nährstoffmangel zu leiden hatten. Die Kalkgabe konnte wohl in den adsorptionsfähigen Verwitterungskomplexen des Bodens die Basen ersetzen, aber sie konnte nicht die für die Pflanzen nötigen Nährstoffe vertreten. — Es sei hier nur noch darauf hingewiesen, daß auch andere Faktoren, physikalischer Art, ungünstigen Einfluß auf die Pflanzen ausgeübt haben können, wie sich später herausstellte, und worauf dann noch eingegangen werden soll.

Die Ergebnisse des Vegetationsversuches hatten also gezeigt, daß der Entbasungszustand des Bodens einen großen Einfluß auf das Wachstum des Hafers ausgeübt hatte. Um noch einmal zeigen zu können, daß diese Schwankungen in den Erträgen

wirklich auf die vorhandenen Aziditätsverhältnisse zurückzuführen seien, sollte festgestellt werden, wie sich die Böden einer anderen Frucht gegenüber verhalten würden. Wenn nämlich durch die Behandlung mit den Säuren Abbauprodukte entstanden waren, die mit den in der Natur versauerten Böden gleichgesetzt werden können, so mußten sie auch deren Eigenschaften aufweisen. Sie mußten eine Pflanze, die im Gegensatz zu dem wenig empfindlichen Hafer als in hohem Maße säureempfindlich unter gewöhnlichen Verhältnissen bekannt ist, ebenfalls mehr schädigen, als das beim Hafer der Fall war. Die Unterschiede mußten sich also beim Anbau einer solchen Pflanze noch deutlicher herausbilden. Als säureempfindliche Pflanze diente Senf.

Es wurde also nach der Haferernte in allen Gefäßen der Boden sorgfältig aufgelockert, wobei gleichzeitig aus jedem Topf eine Probe von 100 g zur PH-Messung entnommen wurde. Am 2. Juli erfolgte die Aussaat des Senfes, und zwar 14 Körner auf jedes Gefäß.

Die Wasserversorgung erfolgte in gleicher Weise wie beim Hafer. Am 5. Juli begann die Saat aufzulaufen; am 7. Juli waren auf den meisten Töpfen alle Pflanzen da, so daß sich jetzt die ersten Unterschiede in der Entwicklung bemerkbar machten.

Bei der Oldershäuser Reihe waren alle gekalkten Töpfe, sowie die Gefäße mit dem Ausgangsboden und mit der mit 0,01 prozent. H_2SO_4 behandelten Probe gleichmäßig gut aufgelaufen. Dagegen machte sich schon der Einfluß der Behandlung mit 0,1 prozent. H_2SO_4 sehr bemerkbar. Zwar keimten die Körner auf diesem Boden noch alle, aber die Keimlinge sahen schwach und kränklich aus. Der durch die Einwirkung der 1 prozent. H_2SO_4 entstandene Boden beeinträchtigte dagegen schon stark die Keimfähigkeit. Es erschienen auf diesen Töpfen erst in den nächsten Tagen ganz vereinzelt kleine Pflänzchen, die sehr bald wieder abstarben. Auf dem mit 10 prozent. HCl behandelten Boden war gar nichts aufgegangen.

Bei der Reinhäuser Serie war der Auflauf der Saat der ersten 3 Reihen, also auf den Gefäßen mit dem Ausgangsboden und den beiden mit 1 prozent. H_2SO_4 behandelten Bodenreihen gleichmäßig gut, während die Körner auf allen übrigen Töpfen nicht zum Keimen gelangten.

Die Pflanzen des Reinhäuser Bodens waren viel stärker und kräftiger als die des Oldershäuser Bodens. Das ist auch der Grund dafür, daß sie besseren Widerstand leisten konnten, als der Senf nach einigen Tagen vom Erdfloh befallen wurde. Die Pflanzen der Oldershäuser Versuchsreihe wurden fast alle vernichtet, so daß nach 14 Tagen, am 15. Juli der Rest entfernt werden mußte. Der Boden wurde wieder aufgelockert, und nochmals neu Senf eingesät, diesmal im Überschuß.

Da bei der Reinhäuser Versuchsreihe nur ein Teil der Pflanzen vernichtet worden war, blieben die restlichen stehen, und wurden am 25. Juli auf 9 Stück verzogen, da der Bestand durch die Schädigung des Erdflohs ungleich geworden war. Auf den übrigen Töpfen der Reinhäuser Reihe wurde nochmals Senf ausgesät, um ein zweites Mal zu versuchen, Keimung oder Wachstum des Senfs auf diesen Böden zu erzielen. Aber auch diesmal ging die Saat nicht auf, während der Beginn des 2. Auflaufens auf dem Oldershäuser Boden am 18. Juli erfolgte. Das Gesamtbild war wieder dasselbe wie bei der ersten Saat. Die Pflanzen entwickelten sich diesmal ohne Störung recht gut. Sie wurden am 29. Juli auf 14 Stück pro Topf vereinzelt.

Das Gesamtbild der Oldershäuser Reihe war wiederum sehr charakteristisch und wies große Unterschiede auf.

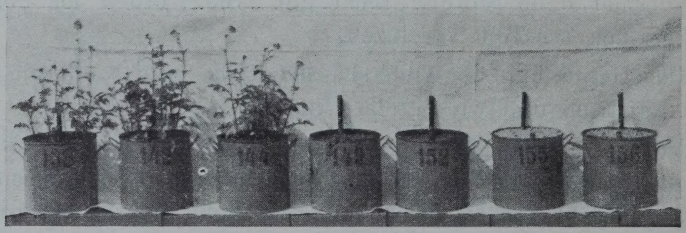
Vor allem tritt das gleichmäßig gute Wachstum aller gekalkten Gefäße hervor, die in ihrem Bestand den Pflanzen des Ausgangsbodens nicht nachstehen. Während aber beim Haferversuch die Behandlung mit 1prozent. H_2SO_4 noch keinen ins Auge fallenden Schaden hervorgerufen hatte, entwickelte sich der Senf auf diesen Töpfen ganz kümmerlich. Die kleinen Pflanzen begannen auch bereits nach 3 Wochen einzugehen und wurden infolgedessen schon am 10. August geerntet. Der mit 1prozent. H_2SO_4 behandelte Boden setzte stark die Keimfähigkeit des Senfes herab. Die anfangs ganz vereinzelt hervorgekommenen Keimlinge waren sofort wieder abgestorben. Es wurde davon abgesehen, sie zu sammeln, weil ihre Gesamtheit doch keine wägbaren Mengen ergeben hätte. — Die Schädigung der Säurebehandlung war bei der Einwirkung der 10prozent. HCl so weit gegangen, daß die Körner vollkommen keimunfähig geworden waren.

Abbildung 3 zeigt den Vegetationsstand vom 6. August, der sich in seiner typischen Ausbildung ebenfalls bis zur Ernte erhalten hat.

unbehandelt | 0.01% H_2SO_4 | desgl. + CaO | 0,1% H_2SO_4 | desgl. + CaO | 1% H_2SO_4 | desgl. + CaO | 10% HCl | desl. + CaO

Abb. 3.

Der Vollständigkeit halber wurde am gleichen Tage die Reinhäuser Versuchsreihe aufgenommen, obwohl das Vegetationsbild dieser Reihe wenig Charakteristisches aufzuweisen hat. Naturgemäß sind diese Pflanzen viel weiter entwickelt, da sie 14 Tage älter sind.



unbehandelt | 1% H_2SO_4 | desgl. + CaO | 2% HCl | desgl. + CaO | 10% HCl | desgl. + CaO

Abb. 4.

Der Ausgangsboden und die beiden mit 1 prozent. H_2SO_4 behandelten Reihen zeigten keinerlei Unterschiede, alle anderen Böden haben die Keimfähigkeit des Senfes völlig zunichte gemacht.

Die Pflanzen der Reinhäuser Reihe standen jetzt in voller Blüte und wurden am gleichen Tage, am 6. August geerntet. Die Ernte der Oldershäuser Reihe fand am 23. August statt; die Pflanzen standen zu dieser Zeit ebenfalls in voller Blüte.

Die Ernteergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengefaßt.

Tabelle VIII.

Ernteergebnis des Senfversuches.

Vegetat. Gef. Nr.	Ausgangs-boden	behandelt mit	Trockensubst.-Ertrag in g pro Topf	im Mittel	Differ. geg. unbehandelt
111	Oldershausen	—	9,25		
112			9,94	8,83 ± 0,61	—
113			7,31		
114	„	0,01 prozent. H_2SO_4	13,04		
115			12,25	12,50 ± 0,21	+3,67 ± 0,61
116			12,21		
120	„	0,1 prozent. H_2SO_4	0,79		
121			0,67	0,77 ± 0,04	−8,06 ± 0,61
122			0,85		
126	„	1 prozent. H_2SO_4	—		
127			—	—	—
128			—		
132	„	10 prozent. HCl	—		
133			—	—	—
134			—		
138	Reinhausen	—	4,62		
139			3,59	4,31 ± 0.29	—
140			4,72		
141	„	1 prozent. H_2SO_4	5,69		
142			6,02	5,02 ± 0,63	+0,71 ± 0,70
143			3,37		
147	„	2 prozent. HCl	—	—	—
148			—		
149			—		
153	„	10 prozent. HCl	—	—	—
154			--		
155			—		

In vorstehender Tabelle sind zunächst die Erträge der einzelnen Böden zusammengestellt. Das Gesamtbild verliert ein wenig an Übersichtlichkeit bei der Oldershäuser Reihe durch die verhältnismäßig schlechte Entwicklung der Pflanzen auf dem unbehandelten Boden. Dadurch hat die Behandlung mit 0,01 prozent. H_2SO_4 einen günstigen Einfluß ausgeübt und eine Ertragsvermehrung herbeigeführt. Das mag seinen Grund vielleicht darin

haben, daß durch die Anwendung des Bodens ohne jede Düngung die Haferernte bereits soviel der löslichen Nährstoffe entzogen hat, daß das Wachstum des Senfes durch Nahrungsmangel beeinträchtigt worden ist. Der Einfluß der 0,1 prozent. H_2SO_4 müßte dann darin zu suchen sein, daß diese schwache Säure eine Verschiebung der Reaktion nicht zu erreichen vermochte, aber doch einen geringen Angriff auf das Bodenmaterial ausgeübt hat, wodurch den Pflanzen die Aufnahme und das Herauslösen der Nährstoffe etwas erleichtert worden ist. Bei der großen Fähigkeit des Senfes, auf kleine Nährstoffgaben sofort zu reagieren, erscheint ein derartiger Einfluß durchaus möglich.

Die Zahlen der Tabelle belegen aber weiterhin ganz eindeutig, daß der schädigende Einfluß der entbasten Böden sich viel stärker ausgewirkt hat als bei dem Hafer, was mit der verschiedenen Empfindlichkeit der beiden Pflanzen durchaus im Einklang steht.

Unter dem gleichen Gesichtspunkt kann man die Ergebnisse der Reinhäuser Böden betrachten. Während bei dem Hafer die Behandlung mit 1 prozent. H_2SO_4 eine Ertragssteigerung, entsprechend der Vorliebe des Hafers für schwach saure Reaktion hervorgerufen hatte, bleibt bei dem Senf diese Wirkung aus, denn bei der Bewertung der wahrscheinlichen Schwankung ist zwischen diesen beiden Böden kein Unterschied zu erblicken.

Auch die erneute Zufuhr von Kalk hat das Ergebnis nicht beeinflußt, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist.

(Siehe nebenstehende Tabelle.)

Die übrigen Reinhäuser Böden werden nicht mit aufgeführt, da sie keinen Ertrag geliefert haben.

Sehr deutlich zeigt diese Tabelle aber wieder die Wirkung des Kalkes bei der Oldershäuser Reihe. Entsprechend der wachsenden Schädigung steigt die Erntevermehrung durch Kalk mit der Zunahme der Konzentration der angewandten Säure. Diese Ergebnisse gleichen denen des Haferversuches vollkommen, so daß das dort Gesagte auch für die Senfernte Anwendung finden kann.

Anschließend an die beiden Vegetationsversuche, also nach der Haferernte, wie auch nach der Senfernte wurde jedem Ge-

Tabelle IX.

Ernteergebnis des Senfversuches (Kalkwirkung).

Vegetat. Gef. Nr.	Ausgangs-boden	behandelt mit	Trockensubst.-Ertrag in g pro Topf	im Mittel	Mehrertr. bei gekalkt
114	Oldershausen	0,01 prozent. H_2SO_4	13,04		
115			12,25	12,50 ± 0,21	—
116			12,21		
117	„	0,01 prozent.	17,72		
118		H_2SO_4 + CaO	20,92	19,43 ± 0,68	+ 6,93 ± 0,71
119			19,65		
120	„	0,1 prozent. H_2SO_4	0,79		
121			0,67	0,77 ± 0,04	—
122			0,85		
123	„	0,1 prozent.	13,90		
124		H_2SO_4 + CaO	14,48	13,91 ± 0,22	+ 13,13 ± 0,22
125			13,34		
126	„	1 prozent. H_2SO_4	—		
127			—	—	—
128			—		
129	„	1 prozent.	14,95		
130		H_2SO_4 + CaO	14,48	15,30 ± 0,47	—
131			16,47		
132	„	10 prozent. HCl	—		
133			—	—	—
134			—		
135	„	10 prozent.	16,36		
136		HCl + CaO	19,82	18,17 ± 0,72	—
137			18,35		
141	Reinhausen	1 prozent. H_2SO_4	5,69		
142			6,02	5,02 ± 0,63	—
143			3,37		
144	„	1 prozent.	5,17		
145		H_2SO_4 + CaO	4,75	4,85 ± 0,13	— 0,17 ± 0,64
146			4,63		

fäß eine Probe entnommen und darin die Reaktionszahl bestimmt. Die gefundenen Werte, die Mittelzahlen aus 3 Bestimmungen, entsprechend den zu einer Bodenserie gehörigen 3 Vegetationsgefäßen, darstellen, sind in Tabelle X aufgeführt.

Tabelle X.

P_H-Werte nach der Hafer- und Senfernte.

Ausgangsboden	behandelt mit	P_H-Zahl des KCl-Auszuges		
		beim Ansetzen	nach der Haferernte	nach der Senfernte
Oldershausen	—	5,82	5,47	5,42
	0,01 prozent. H_2SO_4	5,63	5,67	5,60
	0,01 prozent. $H_2SO_4 + CaO$	—	5,96	6,01
	0,1 prozent. H_2SO_4	4,29	4,30	4,29
	0,1 provent. $H_2SO_4 + CaO$	—	5,90	5,83
	1 prozent. H_2SO_4	3,22	3,40	3,47
	1 prozent. $H_2SO_4 + CaO$	—	6,29	6,26
	10 prozent. HCl	3,07	3,25	3,23
	10 prozent. $HCl + CaO$	—	6,62	6,59
Reinhausen	—	7,00	7,07	7,11
	1 prozent. H_2SO_4	6,52	6,66	6,68
	1 prozent. $H_2SO_4 + CaO$	—	7,03	7,15
	2 prozent. HCl	5,92	6,12	5,93
	2 prozent. $HCl + CaO$	—	6,03	7,11
	10 prozent. HCl	3,21	3,13	3,18
	10 prozent. $HCl + CaO$	—	7,08	7,12

Die Ergebnisse bestätigen einmal die bei der Besprechung der Ernteergebnisse aufgestellte Vermutung, daß die Kalkgabe bei dem mit 10 prozent. KCl behandelten Boden der Oldershäuser Reihe eine Verschiebung der Reaktionszahl über den Aziditätsgrad das Ausgangsbodens hinaus bewirkt hat. Dann erweisen sich die Böden auch darin den in der Natur versauerten gleich, daß das Wachstum von Hafer und Senf bei ihnen ebenfalls keine wesentliche Beeinflussung der Reaktionszahl bewirkt hat.

Die Vegetationsversuche hatten somit für den Oldershäuser Boden ergeben, daß das Wachstum der Pflanzen durch den Grad der Entbasung der Böden stark beeinflußt wurde. Je stärker die Basen aus den Verwitterungskomplexen herausgelöst wurden, um so ungeeigneter erwies sich der Boden für das Pflanzenwachstum. Diese Eigenschaft der Böden konnte aber aufgehoben werden, wenn die Menge der entführten Basen in Gestalt von CaO wieder zugesetzt wurde.

Der Reinhäuser Boden ließ diese Verhältnisse nicht so klar erkennen. Durch die Anwendung der stärkeren Säuren auf dem schweren Boden sind die Einflüsse anderer Faktoren ausgelöst worden, die die Wirkung der Aziditätsverhältnisse zum Teil überdeckt haben. Eine Ursache für das Ausbleiben der Kalkwirkung sahen wir in dem Nährstoffmangel auf diesen Böden gegeben. Um aber diesen Verhältnissen bei dem Reinhäuser Boden noch weiter nachzugehen, wurde das gesamte Bodenmaterial nochmals zu einer physikalischen Untersuchung herangezogen, es wurde noch ein Durchsickerungsversuch durchgeführt.

Zu diesem Zweck wurden Glaszylinder von 5,6 cm Durchmesser und 42,8 cm Höhe benutzt, deren unteres Ende sich zu einem 4 mm weiten Ausflußrohr verengt. Nachdem die Ausflußöffnung mit Glaswolle belegt war, wurden die Zylinder jeweils mit 500 g Boden beschickt, und zwar derart, daß in allen Fällen die gleiche Menge Boden ein gleiches Volumen einnahm, um eine möglichst gleichartige Lagerung des Bodenmaterials zu erhalten. Darauf wurde vorsichtig destilliertes Wasser aufgegeben, und zwar bis zu einer 2. Marke, damit der Boden sich in allen Röhren unter dem Druck einer 500 ccm fassenden Wassersäule befand. In dem Maße, wie das Wasser durchsickerte, wurde von oben nachgefüllt, so daß der Druck während der ganzen Versuchsdauer der gleiche blieb. Trotzdem war es nicht zu vermeiden, daß die Übereinstimmung der Parallelen nicht sehr gut ausfiel, eine Schwierigkeit, auf die auch schon H. Kappen[1]) bei seinen Durchsickerungsversuchen hinweist. Es sind daher die Werte für beide Bestimmungen angegeben. Gemessen wurde der Beginn der Durchsickerung und die innerhalb von 3 Stunden durchgelaufene Menge an Wasser. Es ergaben sich folgende Zahlen:

(Siehe Tabelle XI auf nächster Seite.)

Vor der Besprechung dieser Ergebnisse seien die Versuche von H. Kappen[1]) erwähnt, der sich in neuster Zeit auch mit diesem Gebiet, der Bedeutung der Versauerung für die physikalischen Bodeneigenschaften, näher befaßt hat.

---

[1]) H. Kappen, Die Bodenazidität 1929, S. 189.

Tabelle XI.

Durchsickerungsversuch.

Ausgangsboden	behandelt mit	Nicht gekalkt		Gekalkt	
		erster Tropfen nach Min.	Sickermenge in 3 Stunden ccm	erster Tropfen nach Min.	Sickermenge in 3 Stunden ccm
Oldershausen	unbehandelt	15	430		
		15	420		
			Mittel 425		
	0,01 prozent. H_2SO_4	35	270	35	268
		40	230	40	300
			Mittel 250		Mittel 284
	0,1 prozent. H_2SO_4	40	280	40	280
		45	250	30	280
			Mittel 265		Mittel 280
	1 prozent. H_2SO_4	40	324	15	380
		40	350	20	354
			Mittel 337		Mittel 367
	10 prozent. HCl	45	380	55	210
		30	410	45	240
			Mittel 395		Mittel 225
Reinhausen	unbehandelt	60	210		
		70	220		
			Mittel 215		
	1 prozent. H_2SO_4	95	200	100	220
		100	240	70	250
			Mittel 220		Mittel 235
	2 prozent. HCl	5	520	5	570
		5	488	5	530
			Mittel 504		Mittel 550
	10 prozent. HCl	5	584	100	150
		10	570	75	190
			Mittel 577		Mittel 170

Der Genannte führte ebenfalls Sickerversuche mit von Vegetationsversuchen stammendem Bodenmaterial aus. Die eine Serie

war neben einer physiologisch alkalischen Grunddüngung durch steigende Kalkgaben in ihren Aziditätsverhältnissen variiert. Die andere Bodenserie hatte nur eine mehr oder weniger starke Kalkdüngung erhalten. Interessant ist das übereinstimmende Ergebnis beider Versuche: Die Kalkzufuhr in Form von kohlensaurem Kalk hatte die Durchlässigkeit für Wasser herabgesetzt. Die Röhren mit den sauren Böden sickerten besser als diejenigen, bei denen die Azidität durch Kalk abgestumpft war. Es war somit eine Verfeinerung der Bodenteilchen unter dem Einfluß der Kalkung eingetreten. H. Kappen erklärt diese Erscheinung damit, daß bei dem Versauerungsvorgang die „zeolithischen Silikate" aus der Form der elektrisch und hydrolytisch dissoziierten Zeolithsäuresalzen von Kalzium, Magnesium, Kalium oder Natrium durch den Eintausch des Wasserstoffions in die Form der Zeolithsäuren übergehen, die sehr schwach dissoziiert, also elektrisch annähernd neutral sind. Dadurch vermögen diese Teilchen zu koagulieren, und der Durchtritt des Wassers kann leichter erfolgen. Umgekehrt findet durch die Behandlung mit Kalk ein elektrisches Aufladen der Teilchen statt, was Peptisation zur Folge haben muß.

Die hier angeführten Bestimmungen zeigen jedoch, daß die Ergebnisse physikalischer Untersuchungen an sauren Böden nicht immer in dieser Richtung zu liegen brauchen.

Bei der Oldershäuser Bodenserie finden wir zunächst wieder bestätigt, daß die Säurebehandlungen eine Verfeinerung des Bodenmaterials hervorgerufen haben; denn alle Röhren mit behandelten Böden sickern langsamer als der Ausgangsboden. Als zweite Tatsache muß erkannt werden, daß die behandelten Böden unter sich eine Zunahme der Sickergeschwindigkeit aufweisen, die in der Richtung liegt, daß der sauerste Boden am besten das Wasser durchläßt. Abgesehen von dem Ausgangsboden würde dieser Befund die Kappensche Ansicht bestätigen, und es ist möglich, daß hier die elektrische Neutralisation der Teilchen und die damit verbundene Koagulation in geringem Maße eine Rolle spielt. Die Tatsache, daß alle behandelten Böden in ihrer Sickergeschwindigkeit dem Ausgangsboden nachstehen, ist aber meines Erachtens dadurch zu erklären, daß durch das wochenlange Auswaschen eine völlige Entfernung löslicher Elektrolyte stattgefunden hat. Über den Einfluß, den eine derartige Fortführung der Salze auf

den Boden ausüben kann, äußert sich G. Wiegner[1]): Das Dicht schlämmen ist zum geringen Teil auf die rein mechanische Wirkung des herabfallenden Wassers zurückzuführen; die physikalische Hauptschädigung wird durch die Dispersitätsvergrößerung durch Wegwaschen aller Salze herbeigeführt. Die vorher durch die Salze in Zusammenflockung, in Krümelstruktur gehaltenen, vor allem höher dispersen Anteile des Rohtons gehen in die Einzelzerteilung aus der koagulierten Form zurück."

Eine Unterstützung erfährt diese Erklärung noch durch die Tatsache, daß eine Hinzufügung von Elektrolyt, in diesem Falle von CaO, Koagulation herbeigeführt zu haben scheint, denn die gekalkten Proben der 1., 2. und 3. Säurebehandlung sickern schneller als ihre ungekalkten Parallelen. Eine Sonderstellung nimmt allerdings auch hier wieder die letzte Probe ein.

Die bei dieser Bodenprobe eingetretene Zerstörung der Tonpartikelchen bildet einen weiteren Grund dafür, daß die Sickerungsgeschwindigkeit dieses Bodens wieder zugenommen hat. Nach allem Gesagtem scheint nun der Einfluß der Kalkung, die hier verringerte Durchlässigkeit bewirkt hat, eher in einer Gelquellung der durch die starke Säure ausgeschiedenen SiO_2 infolge alkalischer Reaktion zu liegen, als in einer Peptisation der Bodenteilchen unter dem Einfluß von OH-Ionen, die bei einer starken Kalkung mit CaO stets auch nach längerer Zeit noch vorhanden sein sollen. Diese Erklärung wird meist für die schlechte Wirkung zu starker Kalkgaben gegeben, kann aber hier wohl keine Anwendung finden.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse des Sickerversuches der Reinhäuser Bodenserie muß man sich vergegenwärtigen, daß hier viel stärkere Säuren zur Anwendung gelangt sind, und daß der Boden selbst ein tonreiches und nährstoffreiches Material darstellt. Die Erscheinung der Fortfuhr der Elektrolyte wird daher hier nicht so deutlich hervortreten, dagegen wird sich die zerstörende Wirkung der Säuren stärker auswirken, zumal viel mehr für den Angriff der Säuren geeignetes Material, nämlich Ton, vorhanden ist. Die Ergebnisse sind auch wesentlich andere gewesen.

Bei der großen Ungenauigkeit derartiger Sickerversuche kann den geringen Schwankungen der Durchlässigkeit des unbehandelten

[1]) G. Wiegner, Boden und Bodenbildung, S. 24.

Bodens gegenüber dem mit 1prozent. Schwefelsäure behandelten Material keine Bedeutung beigelegt werden.

Wesentlich beeinflußt sind dagegen die beiden anderen Böden. Hier hat neben einer Zerstörung der Bodenkrümel ein Angriff auf die Tonpartikelchen stattgefunden, worauf schon mehrfach hingewiesen wurde. Diese Zerstörung der Tonpartikelchen hat eine enorme Steigerung der Durchlässigkeit bewirkt. Bei Behandlung 2 scheint dieser Einfluß der Säure nicht ganz so intensiv gewesen zu sein, es muß ein Teil der Kolloide intakt geblieben sein, die durch Kalkzufuhr sich wieder zu Krümeln koaguliert haben; denn die gekalkte Reihe ließ das Wasser noch schneller hindurch. Die Behandlung mit 10prozent. HCl hat dagegen einen Rückstand geliefert, der völlig in Einzelkornstruktur übergegangen war, und durch Kalkzufuhr der Quellung anheimfiel.

Die Untersuchungen haben also gezeigt, daß bei dem Reinhäuser Boden durch die stärkeren Säuren eine wesentliche Beeinflussung der Verhältnisse der Wasserführung ausgeübt worden ist. Dadurch ist eine weitere Erklärung gegeben für das Versagen gerade dieser Böden beim Vegetationsversuch.

Um eine Vergleichsmöglichkeit zu erhalten, mußte der Vegetationsfaktor Wasser innerhalb der Bodenserie überall gleichgestellt werden. Bei der starken Durchlässigkeit der Böden — als die einzigen begannen sie bereits nach 5 Minuten zu sickern — besteht daher die Möglichkeit, daß dieser so notwendige Vegetationsfaktor in den oberen Schichten nicht in genügendem Maße vorhanden war. Dies würde auch die Erscheinung erklären, daß die gekalkten Gefäße des mit 2prozent. HCl behandelten Bodens schlechter abgeschnitten haben als die sauren Paralleltöpfe. Der Durchsickerungsversuch hatte ja hier ergeben, daß die Kalkung die Sickergeschwindigkeit noch erhöht hatte. Es würde auch die völlige Keimunfähigkeit des Senfes auf diesen Böden erklären, denn in der heißen Jahreszeit mußte sich ein Wassermangel besonders nachteilig bemerkbar machen.

Nach dem Durchsickerungsversuch hätten nun allerdings diese Schäden bei den mit Kalk versehenen Töpfen des mit 10prozent. HCl behandelten Bodens nicht auftreten dürfen. Tatsächlich schien sich auch der Hafer auf diesen erst besser zu entwickeln. Daß die Pflanzen trotzdem nach einiger Zeit versagten, mag seinen Grund einmal in der starken Kalkgabe und

dann in dem schon erwähnten Nährstoffmangel auf diesem Boden haben.

Durch das Zusammenwirken von 3 Faktoren ist also bei diesen Böden der Einfluß der Aziditätsverhältnisse überdeckt worden: 1. ist es die Veränderung der physikalischen Struktur und der damit im Zusammenhang stehenden Wasserführung, die eine normale Pflanzenentwicklung nicht aufkommen ließ. 2. hatten die Pflanzen augenscheinlich gleichzeitig unter einem Nährstoffmangel zu leiden, da der Kalk niemals die Nährstoffe für die Pflanze zu ersetzen vermag, und 3. wird noch eine Schädigung durch die zu hohe Kalkgabe eingetreten sein.

Welcher von diesen 3 Faktoren der ausschlaggebende gewesen ist, läßt sich nicht entscheiden; es kann nur vermutet werden, daß der Nährstoffmangel die stärkste Wirkung ausgeübt haben wird.

Es ist also gezeigt worden, daß das schlechte Wachstum der Pflanze auf den mit 2 prozent. HCl und den mit 10 prozent. HCl behandelten Böden der Reinhäuser Versuchsreihe durchaus begründet ist. Die Pflanzen konnten sich auf diesen Böden gar nicht den Aziditätsverhältnissen gemäß entwickeln, weil sie zu sehr von anderen Faktoren beeinflußt wurden.

Dadurch gewinnen andrerseits die Ergebnisse der beiden Vegetationsversuche der Oldershäuser Reihe an Bedeutung, durch die gezeigt werden konnte, daß dort, wo die Einwirkung anderer Faktoren in den Hintergrund tritt, der Entbasungsgrad der Böden den Ausfall der Ernte bestimmt.

Zusammenfassung.

Es konnte gezeigt werden:

1. Der Versauerungsgrad des Bodens steht im engsten Zusammenhang mit der Entbasung desselben.

2. Die Versauerung bewirkt als Folge der Elektrolytfortfuhr eine Peptisation der Bodenteilchen; dadurch wird die Bodenoberfläche vergrößert und die Durchlässigkeit für Wasser herabgesetzt.

3. Das Pflanzenwachstum leidet auf den versauerten Böden nicht allein durch die Azidität, sondern auch durch die veränderten physikalischen Verhältnisse und durch die durch die

Entbasung hervorgerufene Verarmung der Austauschkörper an Nährstoffen.

4. Die Zufuhr von Kalk vermag wohl die Entbasung der Verwitterungskomplexe des Bodens aufzuheben und bis zu einem gewissen Grade auch die physikalischen Verhältnisse wieder günstig zu gestalten, aber sie vermag nicht, die Nährstoffe für die Pflanze zu ersetzen. Bei einem sehr hohen Grad der Entbasung kann daher allein durch die Zufuhr von Kalk kein normales Wachstum der Pflanzen erzielt werden, weil in einem solchen Boden der Gehalt an Nährstoffen zu stark herabgesetzt ist.

Untersuchungen über die Wirkung und Ausnutzung verschiedenartig nicht wasserlöslicher Phosphorsäure auf unterschiedlichen Bodenarten

unter besonderer Berücksichtigung ihres Einflusses auf den P_2O_5-Gehalt der Pflanzen.

Von

M. CLEMM.

Arbeit aus dem Agrikulturchemischen Institut der Landesuniversität Gießen.

(Mit 3 Abbildungen.)

Die immer wieder auftauchende Frage über die Löslichkeit, Wirksamkeit und Pflanzenaufnehmbarkeit der verschiedenen Phosphorsäureform in den einzelnen Phosphorsäuredüngerarten erweckte in uns das Interesse, an Hand eingehender Untersuchungen die Aufnehmbarkeit der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure des Thomasmehls und der zitratlöslichen Phosphorsäure des Rhenania-Phosphats selbst zu prüfen.

Da der preisbildende Teil des Rhenania-Phosphats der Gehalt an zitratlöslicher Phosphorsäure und beim Thomasmehl der Gehalt an zitronensäurelöslicher Phosphorsäure ist, mußte unseren Untersuchungen der Vergleich dieser beiden Phosphorsäureformen zugrunde gelegt werden.

Wir stellten daher folgenden Versuchsplan auf:

1. Besteht ein Unterschied in der Aufnahme der zitratlöslichen Phosphorsäure des Rhenania-Phosphats gegenüber der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure des Thomasmehles bei der jungen Pflanze
   a) auf derselben Bodenart,
   b) auf verschiedenen Bodenarten.
2. Wie hoch stellt sich die Phosphorsäureausnutzung auf Bodenarten mit verschiedenem Säuregehalt

a) auf Lehmboden mit stark alkalischer Reaktion,
b) auf Tonboden mit neutraler Reaktion,
c) auf Sandboden mit schwach saurer Reaktion.

3. Die Düngerwirkung der zitratlöslicher Phosphorsäure verschiedenprozentiger Rhenania-Phosphate festzustellen im Vergleich zur zitronensäurelöslichen Phosphorsäure verschiedenprozentiger Thomasmehle
   a) auf den Korn- und Strohertrag,
   b) auf den Phosphorsäuregehalt der Körner,
   c) auf den Phosphorsäuregehalt des Strohes.
4. Bestehen Unterschiede in der Ausnutzung zitratlöslicher Phosphorsäure verschiedener Rhenania-Phosphate im Vergleich zur zitronensäurelöslichen Phosphorsäure verschiedenprozentiger Thomasmehle auf unterschiedlichen Bodenarten.

Auf Grund dieser Fragestellung ergab sich die Notwendigkeit, eine Untersuchungsmethode zu suchen, mit deren Hilfe die jungen Getreidepflänzchen unter möglichster Gleichstellung aller Wachstumsfaktoren herangezogen und zur gleichen Zeit geerntet werden konnten. In gleichem Maße war es wichtig, die Pflanzen während der ganzen Vegetationszeit unter Kontrolle zu haben, sie vor unterschiedlichen Temperaturschwankungen sowie sonstigen Wachstumseinflüssen zu schützen, die die Ernteergebnisse beeinflußt hätten. Die Pflanzen mußten unter möglichst gleichen Lebensbedingungen wachsen. — Am geeignetesten erschien uns einmal die Keimpflanzmethode von Neubauer, zum anderen der Gefäßversuch im Vegetationshaus.

Die Versuche nach der Keimpflanzmethode von Prof. Neubauer wurden nach der Vorschrift von H. Neubauer und W. Schneider[1]) ausgeführt. Als Saatgut diente Petkuser Original-Roggen der Ernte 1927. Als Boden gelangte zur Verwendung: ein Lehmboden aus der Nähe Lichs, Kreis Gießen, ein Tonboden aus der Nähe Lichs, Kreis Gießen, und ein Sandboden der Terrassenbildung der Lahn aus Wieseck b. Gießen.

Der 10prozent. Salzsäureauszug des bei 105° getrockneten Bodens ergab folgende Zusammensetzung:

---

[1]) H. Neubauer und W. Schneider, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung 1923, T. A. Bd. II, S. 329.

Bodenart	Gehalt an SiO_2 %	P_2O_5 [2] %	Gesamt-Stickstoff %	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$ %	CaO %	MgO %	K_2O %
Lehm . .	0,04	0,1616	0,0749	4,834	0,7259	0,5910	0,063
Ton . .	0,054	0,223	0,0140	5,39	0,340	0,078	0,038
Sand . .	0,0569	0,0197	0,0484	0,5034	0,0009	0,0138	0,0521

Die p_H-Bestimmung im wäßrigen Auszug des lufttrockenen Bodens brachte folgende Ergebnisse:

Lehmboden 8,24
Tonboden 7,09
Sandboden 5,91

An wurzellöslicher Phosphorsäure nach Neubauer enthielt:

der Lehmboden 19,54
„ Tonboden 7,77
„ Sandboden . . . . . —

In Anwendung gebracht wurden 100 g lufttrockenen Bodens. An Phosphorsäure wurden 15 mg P_2O_5 pro Neubauer-Schale verwendet, und zwar in Form von drei verschiedenen Rhenania-Phosphaten und zwei verschiedenen Thomasmehlen. Die Zusammensetzung der verwendeten Düngemittel war folgende:

	Gehalt an zitratlösl. P_2O_5 in %	Gehalt an zitronensäurelösl. P_2O_5 in %	Gehalt an Gesamt-P_2O_5 in %	Von der Ges. P_2O_5 war zitrat- bezw. zitronensäurelöslich in %	Gehalt an CaO in %
Rhenania-Phosphat I	24,65		24,85	98,49	38,13
„ „ II	28,26		28,36	99,98	39,03
„ „ III	30,12		30,20	99,95	39,12
Thomasmehl I . .		14,662	21,08	69,49	38,51
„ II . .		16,03	22,80	70,46	38,46

Ganz besonderes Gewicht wurde auf eine gleichmäßige Verteilung der Düngermenge und ihrer innigen Vermischung mit der Bodenmenge gelegt, da, wenn diese nicht beachtet, leicht

[2]) Salzsäurelösliche Phosphorsäure.

Ungenauigkeiten und Unstimmigkeiten zwischen den Parallelversuchen auftreten. Jeder Versuch wurde in 4 Parallelversuchen angelegt. Geerntet wurde, entsprechend der Vorschrift, nach 18 Tagen. Der Aufgang der Roggenkörner war bei dem verschiedenen Phosphorsäuredünger auf ein und derselben Bodenart gleich gut. Nach einigen Tagen jedoch konnte rein äußerlich am Habitus der Pflanze eine wachstumsfördernde Wirkung der Phosphorsäure des Rhenania-Phosphats festgestellt werden. Einen Unterschied in der Zeit und der Stärke des Auftretens der Abbauerscheinungen konnten wir nicht beobachten.

Den Mehr- bezw. Mindergehalt an P_2O_5 in der Pflanzenmasse gegenüber ungedüngt zeigt nachfolgende Tabelle:

	Ungedüngt	Rhenania-Phosphat			Thomasmehl	
		I	II	III	I	II
Lehmboden .	0		− 2,05	− 3,31	− 2,17	− 0,99
Tonboden .	0	+ 4,48	+ 4,95	+ 3,09	+ 3,36	+ 2,67
Sandboden .	0	+ 3,70		+ 6,35	+ 6,22	+ 3,83

Bei der Auswertung der Versuche fanden nur die Ergebnisse Berücksichtigung, die von ihren Parallelversuchen nicht stärker als 3 % abwichen. Aus diesem Grunde konnte auf Lehmboden die Reihe mit Rhenania-Phosphat I und auf Sandboden die Reihe mit Rhenania-Phosphat II keine Berücksichtigung finden.

Auf dem Lehmboden zeigte weder die zitratlösliche Phosphorsäure des Rhenania-Phosphats noch die zitronenlösliche Phosphorsäure des Thomasmehls eine Zunahme an Phosphorsäuregehalt in der Pflanzenmasse; im Gegenteil, es trat eine Verminderung ein gegenüber dem Phosphorsäuregehalt in der in den ungedüngten Gefäßen geernteten Pflanzenmasse. Diese erhebliche Depression ist wohl auf den Reaktionsstand des Lehmbodens zurückzuführen mit einer p_H-Zahl von 8,24. Demnach ist der Lehmboden als stark alkalisch anzusprechen, und die Zufuhr der alkalischen Phosphorsäuredüngemittel Rhenania-Phosphat und Thomasmehl erhöhten die Alkalität des Bodens, die so hoch wurde, daß zwar äußerlich an den Pflanzen während der kurzen Vegetationsdauer keine schädigende Wirkung zu erkennen war; erst der analytische Befund der Phosphorsäureaufnahme zeigte

den ungünstigen Einfluß der hohen Alkalität auf die Phosphorsäureaufnahme. An und für sich hatten wir eine Phosphorsäureaufnahme bei der hohen Neubauer-Zahl von 19,54 mg P_2O_5 nicht erwartet.

Auf dem Tonboden zeigten die Phosphorsäuregaben trotz der verhältnismäßig noch hohen Neubauer-Zahl von 7,77 mg P_2O_5 eine deutliche Phosphorsäureaufnahme. Die Ausnutzung der Phosphorsäure war für

Rhenaniaphosphat I	29,85 %
Rhenaniaphosphat II	33,00 „
Rhenaniaphosphat III	20,60 „
Im Mittel:	27,81 %
für Thomasmehl I	22,40 „
für Thomasmehl II	17,80 „
Im Mittel:	20,10 %.

Wenngleich hier im Mittel die Ausnützung der zitratlöslichen Phosphorsäure des Rhenania-Phosphats deutlich höher liegt als die gleiche Mittelzahl für die zitronensäurelösliche Phosphorsäure des Thomasmehls, so muß doch entgegengehalten werden, daß die Schwankungen für die einzelnen Rhenania-Phosphate sehr groß sind, und daß der niedrigste Wert bei Rhenania-Phosphat III unterhalb des Höchstwertes für Thomasmehl zu liegen kommt. Wir glauben, daß die geringeren Werte der hochprozentigen Phosphate auf unvermeidliche Fehler der Versuchsmethodik zurückzuführen sind. Bei dem zunehmenden Phosphorsäuregehalt der gegebenen Düngemittel, was besonders bei dem verhältnismäßig großen prozentualen Unterschied in den einzelnen Rhenania-Phosphaten in verstärktem Maße zum Ausdruck kommt als bei dem Thomasmehl, wird die zu gebende Düngermenge immer geringer. Da eine geringere Düngermenge nicht in gleich gutem Maße wie eine größere mit dem Boden vermengt werden kann, so dürften auch die Pflänzchen während der kurzen Vegetationszeit im Neubauer-Versuch nicht im gleichen Maße in der Lage sein, die Phosphorsäure der hochprozentigen Düngemittel so auszunützen, wie dies bei der geringer prozentigen und daher weitgehender verteilten der Fall ist. Diese Ergebnisse im Neubauer-Versuch können daher keinesfalls einen Schluß auf schlechtere Wirkung der hochprozentigeren Düngemittel gegenüber den geringeprozentigen zulassen.

Auf Sandboden war dagegen gerade bei dem hochprozentigen Rhenania-Phosphat die Phosphorsäureaufnahme durch die jungen Pflanzen am höchsten. Die Ausnützung der Phosphorsäure auf Sand betrug:

Rhenaniaphosphat I	24,65 %
Rhenaniaphosphat III	42,4 „
Im Mittel:	33,52 %
Thomasmehl I	41,5 „
Thomasmehl II.	25,5 „
Im Mittel:	33,50 %.

Es zeigt sich somit, daß die Ausnützung der Phosphorsäure auf Sandboden im Mittel für die zitratlösliche Phosphorsäure des Rhenania-Phosphats praktisch gleich ist der Ausnützung der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure des Thomasmehles. Die an und für sich bessere Ausnützung der zitrat- als auch der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure auf Sandboden ist wohl auf dessen geringeren allgemeinen Nährstoff, Kolloid- und Kalkgehalt zurückzuführen. Durch die beiden letzteren Umstände dürfte die Phosphorsäure nicht in gleich starkem Maße wie bei Lehm- und Tonboden umgesetzt und festgelegt werden.

Bei Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchung nach der Keimpflanzmethode von Neubauer zeigt sich,

1. daß die Keimpflanzmethode nach Neubauer ohne weiteres nicht absolut einwandfreie Anhaltspunkte für die Unterscheidung der verschiedenen Phosphorsäurereformen ergibt. Immerhin läßt sich aus den erhaltenen Zahlen mit aller Vorsicht der Schluß ziehen, daß es den Eindruck macht, daß die zitratlösliche Phosphorsäure im Rhenania-Phosphat auf Tonboden besser ausgenützt wird als die zitronensäurelösliche Phosphorsäure des Thomasmehls.

2. Die beste Ausnützung der Phosphorsäure sowohl des Rhenania-Phosphats als auch des Thomasmehles wurde auf Sandboden mit schwach saurer Reaktion festgestellt, ohne daß dabei ein Unterschied zwischen den beiden Phosphorsäurereformen erkannt werden konnte.

3. Bei zu hoher Alkalität, wie dies in dem Lehmboden der Fall war, fand sowohl bei Rhenania-Phosphat als auch Thomasmehl-Düngung keine Phosphorsäureaufnahme der jungen Pflanzen statt; im Gegenteil, es hat den Anschein, als ob Phosphorsäure aus den Pflanzen abwandere.

Gefäßversuche.

Für die Gefäßversuche gelangten die gleichen Bodenarten wie für den Neubauer-Versuch zur Verwendung, und zwar je 6 kg Versuchsboden pro Gefäß. Zu den Versuchen wurden die normalen Mitscherlich-Gefäße verwandt mit dem Unterschied, daß der Tonboden, da er für die Pflanzenvegetation zu schwer erschien, mit der gleichen Menge Sandboden vermischt wurde. Als Grunddüngung wurden pro Gefäß 2,5 g 40 prozent. Kalisalz und 6,25 g 16 prozent. Natronsalpeter gegeben. An Phosphorsäure wurde pro Gefäß 1 g genommen, und zwar in Form von:

4,029 g Rhenaniaphosphat I,
3,542 g „ II,
3,320 g „ III,
6,821 g Thomasmehl I,
6,238 g „ II.

Eine Kalk-Ausgleichsdüngung erschien nicht nötig, da nach der chemischen Untersuchung der Kalkgehalt der einzelnen Rhenania-Phosphate und Thomasmehle annähernd gleich war, zumal bei so geringen Düngermengen garnicht ins Gewicht fiel.

Der Natronsalpeter wurde als Kopfdünger in drei Gaben verabreicht, und zwar je 2 g pro Gefäß am 21. Februar, 24 Tage nach dem Auflaufen, — am 6. März, 14. Tage später; am 20 März, also nach weiteren 14 Tagen, wurde die restliche Gabe von 2,5 g pro Gefäß gegeben.

Nach Eintarieren der Gefäße auf ein Normalgewicht mittels gewaschener Kieselsteine wurden die Töpfe mit den Versuchsböden beschickt und in vorstehender Menge die Dünger zugegeben. Auch hier ist auf inniges Vermischen des Bodens mit der verabfolgten Düngermenge stärkstes Gewicht gelegt worden. Nach der Düngung wurden die Gefäße 10 Tage zur Umsetzung des gegebenen Düngers stehen gelassen. Am 22. Januar 1928 erfolgte die Saat mit je 30 Körnern in Uspulun gebeizter Hanna-Gerste, Original der Ernte 1927. Am 16. Februar wurde die aufgegangene Saat auf je 20 Pflanzen pro Gefäß vereinzelt und die Gefäße auf 50% der Wasserkapazität des betreffenden Bodens gebracht. Das verdunstete Wasser wurde täglich durch Nachgießen gewichtsmäßig ersetzt und die Wasserzugabe in 8 tägigem Zwischenraum so gesteigert, daß pro Woche 15% der Wasserkapazität mehr gegeben wurde. Zur Zeit des Schossens hatten

die Gefäße die volle Wasserkapazität erreicht. Gegen Ende der Vegetation ließ der Wasserverbrauch nach, und es wurde 8 Tage vor der Ernte die Wassergabe eingestellt.

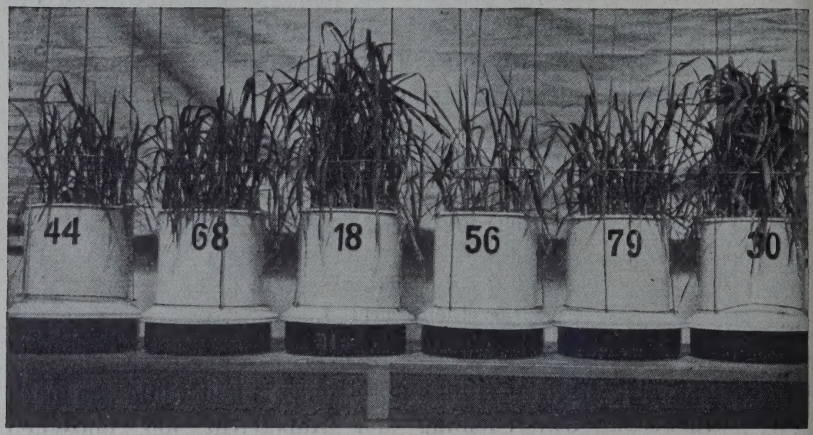


Bild 1 nach $3^1/_2$ Monaten.

Bild 2 nach $4^1/_2$ Monat.

Zu Beginn der Vegetation beobachteten auch wir, wie schon andere Autoren, daß die mit Rhenania-Phosphat gedüngten Ge-

fäße einen deutlichen Vorsprung vor den mit Thomasmehl gedüngten Gefäßen zeigten. Die krassen Unterschiede der Jugendentwicklung traten dann im Verlauf der weiteren Vegetation zwar mehr und mehr zurück, blieben jedoch bis zu gewissen Grenzen immerhin bestehen. Wir haben die Unterschiede, und zwar in drei verschiedenen Wachstumsperioden, im Lichtbild festgehalten.

Die erste Aufnahme erfolgte am 14. Mai 1928, also $3^1/_2$ Monate nach dem Auflaufen, und wurde am 4. und 25. Juni, d. h. im Abstand von je 3 Wochen, wiederholt.

Bild 3 nach 5 Monaten.

Nr. 44 Sand, Nr. 68 Ton, Nr. 18 Lehm } Rhenania-P. I 24,65 % zitratlöslich P_2O_5.
Nr. 56 Sand, Nr. 79 Ton, Nr. 30 Lehm } Thomasmehl I, 14,66 % zitronensäurelöslich P_2O_5

Gegenüberstellung der Pflanzen auf Sand-, Ton- und Lehmboden.

Die Unterschiede im Wachstum waren auf allen Bodenarten deutlich sichtbar, traten jedoch bei Sand am energischsten hervor, wo sie auch bis zur Reife deutlich ausgeprägt blieben.

Uns interessierte zunächst bei der Ausführung der Versuche weniger der Ertrag, wenngleich er auch quantitativ und qualitativ festgestellt wurde, sondern vielmehr die Phosphorsäurewirkung auf den Phosphorsäuregehalt von Korn und Stroh.

Nachfolgende Tabelle gibt den Gesamtertrag an Stroh und Korn wieder:

Tabelle I.

	Ertrag (Körner + Stroh) von 4 Gefäßen g	Mittlerer Fehler m	Mittlerer Fehler m %	Mehr gegen Grunddüngung: Ertragsunterschied	Mittl. Fehler d. Ertragsunterschiedes 1 ×	Mittl. Fehler d. Ertragsunterschiedes 3 ×
Lehmboden:						
Grunddüngung	90,50	± 1,34	1,48	—	—	—
„ + Rhen.-Phosphat I	93,25	± 0,73	0,78	2,75	1,52	4,56
„ + „ „ II	91,61	± 1,40	1,53	1,11	1,94	5,82
„ + „ „ III	91,00	± 1,22	1,34	0,50	1,81	5,43
„ + Thomasmehl I	91,25	± 0,85	0,94	0,75	1,59	4,77
„ + „ II	91,88	± 0,79	0,86	1,38	1,55	4,65
Ton:						
Grunddüngung	53,25	± 0,61	1,15	—	—	—
„ + Rhen.-Phosphat I	63,00	± 1,46	2,32	9,75	1,58	4,74
„ + „ „ II	60,63	± 1,68	2,77	7,38	1,78	5,34
„ + „ „ III	62,38	± 1,04	1,67	9,13	1,20	3,60
„ + Thomasmehl I	57,88	± 0,55	0,95	4,63	0,82	2,46
„ + „ II	59,88	± 1,65	2,73	6,63	1,76	5,28
Sand:						
Grunddüngung	30,30	± 0,78	2,57	—	—	—
„ + Rhen.-Phosphat I	45,38	± 1,29	2,84	15,08	1,51	4,53
„ + „ „ II	46,75	± 0,36	0,77	16,45	0,86	2,58
„ + „ „ III	48,70	± 0,79	1,62	18,40	1,11	3,33
„ + Thomasmehl I	40,70	± 1,29	3,17	10,40	1,51	4,53
„ + „ II	44,70	± 0,43	0,96	14,40	0,89	2,67

Wie auf Grund der ermittelten Zahl für die wurzellösliche Phosphorsäure nach der Keimpflanzmethode zu erwarten war, ergaben die Phosphorsäuredünger auf dem Lehmboden keinen Mehrertrag gegenüber der Grunddüngung ohne Phosphorsäure, die außerhalb der Fehlergrenze gelegen war. — Anders verhielt es sich jedoch bei Ton- und Sandboden. Der Tonboden sowie der Sandboden gaben deutliche Phosphorsäurereaktionen durch Ertragssteigerung zu erkennen. Hier leistete die Einheit Phosphorsäure, als Rhenaniaphosphat gegeben, mehr als die Phosphorsäureeinheit im Thomasmehl. Man kann hier also deutlich von einer unterschiedlichen Wirkung zwischen der zitratlöslichen Phosphorsäure des Rhenaniaphosphates gegenüber der Wirkung der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure des Thomasmehls sprechen. Ein gesicherter Unterschied zwischen den einzelnen Rhenaniaphosphaten und den einzelnen Thomasmehlen ist bei den Ergebnissen nicht festzustellen. Die Erträge zwischen Rhenaniaphosphat und Thomasmehl verhalten sich hier wie folgt:

Gesamtertrag	62,00 : 58,88
oder Rhenaniaphosphat = 100 wie	100 : 95
Körnerertrag	12,82 : 10,38
oder wie	100 : 80,6
Strohertrag	49,18 : 48,5
oder wie	100 : 98,6.

Es zeigt sich somit, daß die Wirkung der Rhenaniaphosphat-Phosphorsäure weniger auf die Entwicklung der Pflanzenmasse als auf Kornzahl und Korngewicht den erntesteigernden Einfluß ausübt.

Ähnlich ist das Verhalten der beiden Phosphorsäuredüngerarten auf Sandboden. Auch hier tritt eine deutliche Phosphorsäurewirkung durch Ernteertragsteigerung ein; es ist gleichfalls eine deutliche Überlegenheit der Wirkung der Rhenaniaphosphate gegenüber den Thomasmehlen ersichtlich. Jedenfalls kann auch hier festgestellt werden, daß die Phosphorsäureeinheit der Rhenaniaphosphate wieder mehr geleistet hat als die Einheit der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure in den Thomasmehlen. Von einem gesicherten Unterschied zwischen den einzelnen Sorten kann wieder nicht gesprochen werden. Lediglich Rhenaniaphosphat I ist in dem Ertrag hier etwas zurückgeblieben. Auch hier sei

das Verhältnis der Erträge, die durch die Phosphorsäuredünger bewirkt wurden, in Vergleich gezogen:

Gesamtertrag	46,94 : 42,7
oder Rhenaniaphosphat = 100 wie	100 : 91
Körnerertrag	8,85 : 6,9
oder wie	100 : 80
Strohertrag	38,09 : 35,8
oder wie	100 : 92,6.

Es zeigt sich wieder die auffallende Erscheinung, daß die höhere, ertragsteigernde Wirkung der ammonzitratlöslichen Phosphorsäure der Rhenaniaphosphate gegenüber der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure der Thomasmehle in der Ertragsteigerung der Körner zum Ausdruck kommt. Dies ist auf dem Sandboden mit schwach saurer Reaktion um so auffälliger, als zu erwarten war, daß die spezifisch schwerer lösliche zitronensäurelösliche Phosphorsäureform der Thomasmehle im Verhältnis zu der ammonzitratlöslichen Phosphorsäure in den Rhenaniaphosphaten durch die Bodensäure stärker zur Wirkung kommen würde als auf dem praktisch neutralen Tonboden. — Man kann also für Ton- und Sandboden, bei denen man allein von einer Phosphorsäurewirkung sprechen kann — da der Lehmboden, wie vorerwähnt, genügend Phosphorsäurevorrat in sich selbst enthält —, feststellen, daß die Erträge höher sind, bei einer Düngung mit zitratlöslicher Phosphorsäure gegenüber der mit zitronensäurelöslicher Phosphorsäure. Damit ist aber der Beweis erbracht, daß die Pflanzen die phosphorsäurehaltigen Düngemittel um so besser verwerten, je höher ihr Anteil an zitratlöslicher Phosphorsäure ist.

Zusammenfassend kann bezüglich der Ernteerträge also gesagt werden, daß:

1. rein äußerlich die jungen Pflanzen, denen die Phosphorsäure ausschließlich in zitratlöslicher Form, also Rhenaniaphosphat, zugeführt wurde, ein frischeres und treibenderes Wachstum zeigten als diejenigen, denen die Phosphorsäure hauptsächlich in Form von zitronensäurelöslicher Phosphorsäure und nur in kleinerem Maße in zitratlöslicher Form gegeben wurde, wie es beim Thomasmehl der Fall ist.

2. die absolute Gesamternte — sowohl der Korn- als auch der Strohertrag — bei den mit Rhenaniaphosphat, also zitratlöslicher Phosphorsäure gedüngten Gefäßen höher ist als bei den

mit zitronensäurelöslicher Phosphorsäure in Form von Thomasmehl gedüngten.

3. diese Wirkung bei verschiedenen Bodenarten mit verschiedenen Säuregraden bei entsprechender Phosphorsäurebedürftigkeit gleichartig hervortritt.

4. die ertragsteigernde Wirkung der zitratlöslichen Phosphorsäure sich besonders im Kornertrag ausprägt, so daß gesagt werden kann, daß die zitratlösliche Phosphorsäure des Rhenaniaphosphats gegenüber der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure des Thomasmehls eine Erhöhung der Erntequalität bedingt.

Nach Blanck[3]) spielt die Phosphorsäure in der Pflanze bei der Produktion von Proteinen eine große Rolle. Nach Czapeck[4]) durch die Wurzeln meist als Orthophosphorsäure aufgenommen, wandert sie durch die Kanäle des Parenchyms zu den Stellen des Verbrauches. Sie ist in verschiedenen physiologischen Verbindungen mit Proteinstoffen und deren Vorstufen anzutreffen, wo Leben, Neuproduktion von Pflanzenteilen herrscht, und verschwindet, sobald das Leben dort erlischt. Besonders reich an Phosphorsäure sollen die Gewebe des Samens sein, die zurzeit des Reifens eine starke Ansammlung von Phosphorsäure erfahren. Daß nach Zaleski[5]) diese Neubildung von organisch gebundener Phosphorsäure in dem Samen durch anorganische Phosphorsäure bewerkstelligt wird, ist für unsere Untersuchungen von geringerer Bedeutung. Vielmehr interessiert uns die Frage, in welchem Grade der Phosphorsäuregehalt der Körner bezw. der des Strohes durch eine Phosphorsäuredüngung geändert und ob der Phosphorsäuregehalt der Ernte beeinflußt wird durch die Löslichkeit des zur Anwendung gelangenden Phosphates.

Eingehende Korn- und Strohuntersuchungen der geernteten Gefäßversuche wurden zu diesem Zweck herangezogen. Um Fehlerquellen möglichst auszuschalten, gingen wir in der Art vor, daß wir die Erntesubstanz eines jeden Gefäßes auf ihren Phosphorsäuregehalt prüften. Auf diese Weise war jede Versuchsabteilung in vierfacher Wiederholung vorhanden. Die zur Nachprüfung gelangende Menge wurde an einem Tage abgewogen, um bei gleichem Feuchtigkeitsgehalt der Mengen eine Vergleichsbasis

[3]) Blanck, Pflanzenernährungslehre, I. Teil, 1927, S. 111.
[4]) Czapeck, Biochemie, Bd. II, S. 833 u. ff.
[5]) Zaleski, Bericht der Bot. Gesellschaft 1907, 25, S. 58.

innerhalb der Gruppen zu sichern. Von Korn und Stroh wurden je 5 g zur Untersuchung herangezogen; Mengen, die bei Korn etwa $^1/_5$ bis $^1/_2$, bei Stroh etwa $^1/_{10}$ der Gesamternte betragen.

Das Stroh wurde etwa auf 1 mm gehäckselt, mit Hilfe eines Schüttelapparates innig gemischt; dann wurde erst die Untersuchungsprobe entnommen. Es war so vermieden, lediglich Teile vom oberen oder unteren Teilende zu erhalten, was die Ergebnisse ungünstig beeinflußt hätte. — Die Substanz gelangte in einem Veraschungsofen zur Veraschung. Der Phosphorsäuregehalt der Pflanzen wurde nach der Molybdänmethode von Lorenz bestimmt.

Es sei vorweg genommen, daß in der Phosphorsäureaufnahme innerhalb der einzelnen Phosphorsäuredünger, also in den einzelnen Rhenaniaphosphaten einerseits und den einzelnen Thomasmehlsorten andererseits, keine Unterschiede festzustellen waren. Wir halten es für berechtigt, bei der Gegenüberstellung die Durchschnitte aller mit Rhenaniaphosphat gedüngten Gefäße einerseits und aller mit Thomasmehl gedüngten Gefäße andererseits zu verwenden.

Nachstehende Tabelle (Seite 303) gibt die Phosphorsäureaufnahme auf den drei Bodenarten, und zwar für Stroh und Körner getrennt wieder.

Während auch hier Sand- und Tonboden, wie zu erwarten war, eine deutliche Phosphorsäurereaktion durch Phosphorsäureaufnahme der Pflanzen zeigen, wies auch der Lehmboden bis zu einem gewissen Grade eine Steigerung der Phosphorsäureaufnahme in den Körnern auf, wenngleich sich dies in der gewichtsmäßigen Erntesubstanz nicht geäußert hatte. Ganz besonders auffallend ist es, daß hierbei die Phosphorsäurewirkung in einer verstärkten Phosphorsäureaufnahme durch die Körner sich dartut, während die verstärkte Phosphorsäureaufnahme bei Stroh fehlt, und zwar ist diese Phosphorsäureaufnahme absolut gesichert und liegt oberhalb des dreifachen mittleren Fehlers der Differenzen. Darüber hinaus zeigt sich eine unterschiedliche Wirkung zwischen Rhenania-Phosphaten einerseits und Thomasmehlen andererseits. Auch hier ist durch die zitratlösl. Phosphorsäure des Rhenaniaphosphats trotz des Phosphorsäurereichtums des Bodens eine verstärkte Aufnahme gegenüber dem Thomasmehl zu verzeichnen. Da jedoch auf dem Lehmboden keine Phosphorsäureaufnahme der

Tabelle II.

	P_2O_5-Aufnahme in mg p. Gef.	Mittlerer Fehler		Mehr gegen Grunddüngung			Mehr gegen Thomasmehl		
				Ertrags-unterschied	Mittlerer Fehler des Ertragsunterschiedes		Ertrags-unterschied	Mittlerer Fehler des Ertragsunterschiedes	
		m	m %		1 ×	3 ×		1 ×	3 ×
Lehmboden:									
Körner: Grunddüngung . . .	164,90	± 1,13	0,69						
+ Rhen.-Phosph. . . .	209,70	± 0,65	0,31	44,80	1,30	3,90	7,23	0,87	2,61
+ Thomasmehl	202,47	± 0,58	0,29	37,57	1,27	3,81			
Stroh: Grunddüngung . . .	142,00	± 0,50	0,35						
+ Rhen.-Phosph. . . .	134,56	± 0,42	0,31	0	—	—	0	—	—
+ Thomasmehl	135,50	± 0 48	0,35	0	—	—			
Tonboden:									
Körner: Grunddüngung . . .	80,75	± 0,45	0,56						
+ Rhen.-Phosph. . . .	108,97	± 1,81	1,66	28,22	1,86	5,58	20,74	2,27	6,81
+ Thomasmehl	88,23	± 1,37	1,55	7,48	1,44	4,32			
Stroh: Grunddüngung . . .	87,50	± 0,51	0,58						
+ Rhen.-Phosph. . . .	98,36	± 1,16	1,18	10,86	1,27	3,81	1,36	1,40	4,20
+ Thomasmehl	97,00	± 0,78	0,80	9,50	0,90	2,70			
Sandboden:									
Körner: Grunddüngung . . .	44,63	± 0,91	2,04						
+ Rhen.-Phosph. . . .	75,22	± 1,01	1,34	30,59	1,35	4,05	17,17	1,38	4,14
+ Thomasmehl	58,05	± 0,99	1,69	14,62	1,34	4,02			
Stroh: Grunddüngung . . .	50,50	± 0,21	0,42						
+ Rhen.-Phosph. . . .	76,00	± 1,17	1,54	25,50	1,19	3,57	4,40	1,35	4,05
+ Thomasmehl	71,60	± 0,68	0,95	21,10	0,71	2,13			

mit Phosphorsäure gedüngten Gefäße in der Strohsubstanz sich ausdrückt, sei auf diese Versuchsreihe bezüglich der zu ziehenden Schlüsse verzichtet.

Anders verhalten sich der Ton- und der Sandboden. Hier ist nicht nur eine deutliche Verwertung der Düngerphosphorsäure, sondern auch deutliche Überlegenheit in der größeren Aufnahme der zitratlösl. Phosphorsäure der Rhenaniaphosphate gegenüber der zitronensäurelösl. Phosphorsäure der Thomasmehle festzustellen. Mit anderen Worten: die Pflanzen vermochten den Rhenaniaphosphaten infolge ihres Gehaltes an leichter löslicher zitratlösl. Phosphorsäure eine größere Menge Phosphorsäure zu entnehmen als aus der zitronensäurelösl. Phosphorsäure der Thomasmehle.

Der Vergleich der Phosphorsäuregehalte der Körner und des Strohes ergibt folgendes Verhältnis:

auf Lehmboden:		
Körner, Rhenaniaphosphat, Thomasmehl wie . .	209,70	: 202,47
oder Rhenaniaphosphat = 100 wie	100	: 96,2
Stroh wie	134,56	: 135,50
oder wie	100	: 100,6
auf Tonboden:		
Körner, Rhenaniaphosphat, Thomasmehl wie . .	108,97	: 88,23
oder Rhenaniaphosphat = 100 wie	100	: 80,97
Stroh wie	98,36	: 97,00
oder wie	100	: 98,51
auf Sandboden:		
Körner, Rhenaniaphosphat, Thomasmehl wie . .	75,22	: 58,05
oder Rhenaniaphosphat = 100 wie	100	: 77,17
Stroh wie	76	: 71,60
oder wie	100	: 94,34.

Betrachtet man die Phosphorsäureaufnahme der Pflanzen auf dem Ton- und Sandboden, so zeigt sich ganz deutlich die leichtere Zugänglichkeit der ammonzitratlösl. Phosphorsäure der Rhenania-Phosphate gegenüber der zitronensäurelösl. Phosphorsäure der Thomasmehle. Besonders auffällig erscheint dies auf dem Sandboden, bei dem man infolge seiner tieferen pH-Zahl eine höhere Phosphorsäureaufnahmefähigkeit der zitronensäurelösl. Phosphorsäure aus dem Thomasmehl hätte vermuten sollen. Auffallend ist die verhältnismäßige Gleichmäßigkeit in der aufgenommenen

Phosphorsäuremenge, im Stroh während sie im Korn sehr verschieden ist.

Der Lehmboden, dessen Gehalt an wurzellösl. Phosphorsäure ausreichte, um das Maximum an aufzunehmender Phosphorsäure zu bieten, zeigt keine oder nur geringe Steigerung der Aufnahme aus der Düngerphosphorsäure. Trotzdem könnte man aus dem Unterschied zwischen dem Phosphorsäuregehalt der mit Rhenaniaphosphat gedüngten Gefäße und der mit Thomasmehl gedüngten Gefäße annehmen, daß in dem Grunddüngungsgefäß die Pflanzen während der Kulturperiode lediglich aus dem Phosphorsäurereservoir des Bodens schöpften, während sie in den gedüngten Gefäßen sich zum Teil doch auch die Dünger-Phosphorsäure zunutze machten. Dadurch entstand ein gewisser Unterschied in der Aufnahmemenge zwischen den Gefäßen, die mit Rhenaniaphosphat, also zitratlösl. Phosphorsäure gedüngt waren, gegenüber denen, die mit Thomasmehl, also zitronensäurelösl. Phosphorsäure gedüngt waren. Man hätte vermuten können, daß bei der schwerer löslichen zitronensäurelösl. Phosphorsäure durch die Bodenphosphorsäure der Ausgleich hätte geschaffen werden müssen. Dies ist jedoch nicht der Fall gewesen und dürfte darauf zurückzuführen sein, daß durch die Kalkzuführung bei der Thomasmehldüngung eine Verringerung der wurzellösl. Phosphorsäure im Lehmboden eingetreten ist.

Die vorstehende Tabelle der Ausnutzung der Düngerphosphorsäure zeigt deutlich, daß unter Ausschaltung der zweifelhaften Ergebnisse auf Lehmboden die Ausnutzung der zitratlösl. Phosphorsäure bedeutend höher war als die der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure.

Fassen wir die Ergebnisse der Untersuchung noch einmal zusammen, so lauten sie:

1. Die Düngung mit Phosphorsäure hat auf allen untersuchten Böden eine Zunahme der Phosphorsäureaufnahme durch die Pflanzen veranlaßt.

2. Diese Zunahme der Phosphorsäureaufnahme zeigt sich bei allen untersuchten Böden deutlich im Phosphorsäuregehalt der Körner. Bei dem alkalischen und phosphorsäurereichen Lehmboden ist eine Zunahme des Phosphorsäuregehaltes im Stroh nicht festzustellen, während bei den übrigen phosphorsäureärmeren Böden

stets eine Zunahme des Phosphorsäuregehaltes auch im Stroh festzustellen ist.

3. Der Vergleich der Wirkung der zitratlöslichen gegenüber der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure gibt, wenn die zitratlösliche Phosphorsäure = 100 gesetzt wird, folgendes Bild:

	Körner	Stroh
Lehmboden	96,2	100,6
Tonboden	80,97	98,51
Sandboden	77,17	94,34

Aus diesen Zahlen ergibt sich deutlich eine stärkere Wirkung der zitratlöslichen Phosphorsäure auf den Phosphorsäuregehalt des Kornes, während die etwas geringere Wirkung der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure sich mehr in der Zusammensetzung des Strohes bemerkbar macht.

4. Wir hatten S. 297 festgestellt, daß die Wirkung der zitratlöslichen Phosphorsäure sich besonders im Körnerertrag ausprägt; diese Feststellung ist an Hand obiger Ergebnisse noch dahin zu ergänzen, daß diese durch die zitratlösliche Phosphorsäure bedingte höhere Kornernte auch einen höheren Phosphorsäuregehalt des Kornes und zwar auf allen untersuchten Böden aufweist.

Nach Fertigstellung vorliegender Arbeit erschien in den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern 1929, Heft 4, »ein kritischer Überblick über die bisher durchgeführten Versuche mit Rhenaniaphosphat und Thomasmehl« von Alfred Gehring. Gehring stellt hier die bisher mit Rhenaniaphosphat und Thomasmehl durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen zusammen und kommt zum Schluß seiner Ausführungen zu dem Ergebnis:

„Überblickt man diese Versuchsergebnisse mit Rhenaniaphosphat und Thomasmehl, so beobachtet man, daß überall dort, wo nährstoffarmer Sand oder Sandmischungen vorliegen, die Wirkung des Rhenaniaphosphates besser ist als die des Thomasmehles.“ Er fährt dann weiter unten fort: „Ich glaube danach mein Urteil über die Wirkung des Rhenaniaphosphates im Vergleich zum Thomasmehl nicht treffender abgeben zu können, als wenn ich mich der Auffassung von Remy anschließe. Danach ist in der Hauptsache die Wirkung von Rhenaniaphosphat gleich der des Thomasmehles.“

Dieser Ansicht Gehrings können wir uns nach den Befunden unserer diesbezüglichen Untersuchungen nicht anschließen.

Es zeigte sich bei unseren Untersuchungen nicht nur auf nährstoffarmem Sand als Boden, sondern auch auf den anderen Lehm- und Tonbodenarten, wenn auch bei Lehm in unklarer Form, eine bessere Wirkung des Rhenaniaphosphates als des Thomasmehles.

Abgesehen von Lehmboden brachte Rhenaniaphosphat auf den beiden anderen Bodenarten (Ton und Sand) einen höheren Gesamtertrag als Thomasmehl. Betrachten wir dagegen die ertragsteigernde Wirkung der beiden Phosphorsäuredünger auf den Kornertrag, so zeigt sich auf allen drei Bodenarten die zitratlöslichen Phosphorsäure des Rhenaniaphosphates der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure des Thomasmehles überlegen. Es hat sich daher bei unseren Untersuchungen gezeigt, daß das Rhenaniaphosphat in seiner Wirkung dem Thomasmehl überlegen ist.

Ferner zeigt der Phosphorsäuregehalt der Pflanzenmasse deutlich die leichtere Aufnehmbarkeit der ammonzitratlöslichen Phosphorsäure des Rhenaniaphosphates gegenüber der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure des Thomasmehles. Gehring zieht bei dieser Arbeit hauptsächlich die älteren Arbeiten heran, bei denen Rhenania-Phosphate älterer Fabrikationsherstellung mit geringerem Anteil an ammonzitratlöslicher Phosphorsäure Verwendung fanden. Die von Gehring zitierte Stelle von Th. Remy ist unserer Ansicht nach einseitig aus dem Zusammenhang gerissen, denn gerade Remy war es, der, obwohl ihm für seine Versuche nur Rhenania-Phosphate älterer Fabrikation mit geringerem Anteil an zitratlöslicher Phosphorsäure zur Verfügung standen, auf die unterschiedliche Wirkung des Rhenaniaphosphats und Thomasmehles sowie auf die bessere Ausnutzbarkeit der Rhenaniaphosphat-Phosphorsäure hinwies. So sagt Remy[6]):

„Für die Tatsache, daß die zitronensäurelöslichen Phosphorsäure des Rhenaniaphosphates in 9 von 15 Fällen mehr leistete als die zitronensäurelösliche Phosphorsäure des Thomasphosphats, kommen zwei Erklärungsmöglichkeiten in Betracht: Entweder ist die Phosphorsäure des Rhenaniaphosphats aufnehmbarer, als nach Maßgabe ihrer Zitronensäurelöslichkeit zu erwarten ist, oder die Einheit aufgenommener Phosphorsäure leistet bei Rhenaniaphosphat mehr als bei Thomasphosphat."

---

[6]) Remy, Landwirtschaftliche Jahrbücher, LVI. Band, Heft 1, S. 21.

Remy vermutete damals schon, daß die unterschiedliche Wirkung auf den größeren Anteil an ammonzitratlöslicher Phosphorsäure im Rhenania-Phosphat gegenüber dem Thomasmehl zurückzuführen wäre. Diese Beobachtungen Remys dürften wohl auch die Hersteller des Rhenaniaphosphats dazu veranlaßt haben, ihr Verfahren so zu vervollkommnen, daß der zitratlösliche Anteil der Phosphorsäure im Rhenaniaphosphat praktisch identisch ist mit dem zitronensäurelöslichen Phosphorsäureanteil. Dies ist ja auch in der Folge den Herstellern von Rhenaniaphosphat gelungen, und das Rhenaniaphosphat wird ja auch nach seinem Gehalt an ammonzitratlöslicher Phosphorsäure gehandelt.

Den gleichen Vorbehalt, daß es sich um Versuche mit Rhenaniaphosphat ältester Herstellungsweise handelt, vermissen wir ebenfalls bei der Aufführung der Versuchsergebnisse von Kleberger (vgl. II. Teil, 2. Band, S. 489), bei denen Gehring außerdem noch einige Unstimmigkeiten hinsichtlich der Berechnung der Ergebnisse festgestellt hat. Die von Kleberger angeführten Zahlen lauten im Original

108,9 119,5 und 99,2

Sie müßten genau lauten:

108,7 118,9 und 94,2

Durch diese Unterschiede ist jedoch irgend eine sinngemäße Verschiebung nicht zu erblicken und daher der Gehringsche Hinweis bezüglich des hier bestehenden Rechen- bezw. Druckfehlers belanglos. Dagegen ist Gehring das Versehen unterlaufen, daß er bei dem Boden 4 die Durchschnittszahlen für die Erträge anführt, so wie sie Kleberger ermittelt hat, während er bei dem Boden 5 die Durchschnittszahl in Prozent des Höchstertrages benutzt. Es ist klar, daß auf diese Weise vergleichbare Werte nicht geschaffen werden können.

Die Ergebnisse unserer Arbeiten bestätigen dagegen die von neueren Forschern aufgestellten Behauptungen bei ihren Versuchen mit Rhenaniaphosphaten neuerer Herstellungsweise und hohem Gehalt an ammonzitratlöslicher Phosphorsäure.

Die ländlichen Leibesübungen und ihre soziologische Bedeutung.

Ein Versuch.

Von

Dr. phil. A. U. MOELLER,
Assistent am Institut für Landwirtschaftliche Betriebs- und Landarbeitslehre an der Universität Göttingen.

Inhalt.

Einleitung S. 309. — I. Definition des Begriffs Soziologie S. 311; Notwendigkeit der Entwicklung einer ländlichen Soziologie S. 313; Rural Sociology in den Vereinigten Staaten S. 314; Landwirtschaftswissenschaft und ländliche Soziologie S. 315. — II. Die Bedeutung der Leibesübungen: Für die körperliche Ertüchtigung und Gesunderhaltung S. 318; Für die Landarbeit S. 318; Für die geistige Entwicklung S. 319. — III. Die soziologischen Auswirkungen der ländlichen Leibesübungen: Stärkung des Gefühls der Zusammengehörigkeit S. 320; Die wirtschaftlichen Folgen der Stärkung des Gemeinsinns S. 321; Die Erhöhung des Arbeitswillens und der Arbeitsfreude S. 325. — IV. Schluß S. 326.

Motto: Die Menschheit hat die Vergesellschaftung als ihre Lebensform kreiert — was sozusagen nicht die einzige logische Möglichkeit war; vielmehr hätte die Gattung Mensch auch ungesellig leben können, wie es ungesellige Tiere neben geselligen gibt. (Simmel.)[1])

Aereboe formuliert als Aufgabe des landwirtschaftlichen Gewerbes, den Berufsangehörigen Lebensunterhalt und Lebensinhalt zu geben. Man könnte mit anderen Worten wohl auch sagen, daß die wirtschaftliche Wohlfahrt nur Mittel zum Zweck, nicht das Endziel menschlicher Arbeit und menschlichen Strebens sein sollte.

---

[1]) Georg Simmel, Soziologie. Leipzig 1908, S. 771.

Von den Beziehungen, die zwischen dem Einzelindividuum und den Mitgliedern der Gruppe bestehen, hängt zum erheblichen Maß sein Wohlbefinden ab. Vielleicht ist dies stärker der Fall als im allgemeinen angenommen wird, weil der Mensch nicht ein isoliertes Individuum ist, weil er auch nicht nur durch wirtschaftliche Fäden mit der Umwelt verbunden, sondern stets das Glied einer größeren oder kleineren Gruppe Gleichgearteter ist.

Aus der Fülle der Erscheinungen der ländlichen Arbeit und des ländlichen Lebens, die einer soziologischen Betrachtung fähig sind, wollen wir ein kleines Teilproblem herausgreifen. Wir wollen versuchen, den Einfluß der Leibesübungen auf die zwischenmenschlichen Beziehungen in der ländlichen Gemeinde klarzulegen.

Diese Einzelfrage haben wir herausgegriffen, da durch Turnen, Sport und Spiel eine größere oder kleinere Anzahl von Menschen zu gemeinschaftlicher Betätigung zusammengefaßt wird. Die gewählte Aufgabe lag also besonders nahe, um so mehr, als über die Bedeutung der Leibesübungen bisher viel — aber fast nur im Hinblick auf den Einzelmenschen — gesprochen, geschrieben und gestritten worden ist. Auch wenn man die auf dem Gebiete des Bevölkerungswesens und der Wirtschaft liegenden Fragen betrachtete, ging man von der körperlichen und geistigen Förderung des Einzelnen[1]) aus.

Soweit sich die Landarbeitslehre mit den Leibesübungen zu beschäftigen hatte, betrachtete sie sie unter dem gleichen Gesichtswinkel. Sie befaßte sich mit den Fragen der körperlichen

[1]) Die soziologische Bedeutung wird kurz erwähnt bei W. Schulte, ‚Leistungssteigerung in Turnen, Spiel und Sport'. Oldenburg i. O. 1927, S. 26/27, wo gesagt wird: „Zur Lösung der ungeheuer wichtigen sozialen Probleme können Leibesübungen richtig betrieben, in erheblichem Maße beitragen, da sie Werte allein aus dem Streben und Können ableiten und Mensch zu Mensch, Seele zu Seele bringen".

Ferner berührt sie mit einigen Worten K. Doerry und W. Dön: ‚Das Olympia-Buch', München 1927, S. 32. „Wir turnen ferner, weil wir dabei mit Volksgenossen aus allen Ständen und Stellungen, gleichgesinnt und gleichstrebend, zusammenwirken können! In den Turnvereinen kennt man keine gesellschaftlichen Unterschiede. Hier turnt der Kaufmann neben dem Handwerker, der Akademiker neben dem Arbeiter. Jeder fühlt sich neben dem anderen als Volksgenosse und alle werden gehoben durch das Bewußtsein, mitzuarbeiten an der Wiedergenesung und Erstarkung unseres Volkes."

Ertüchtigung, der Gesunderhaltung, der Leistungssteigerung in bezug auf die landwirtschaftliche Arbeit und mit den Fragen der Durchführung und Ausbreitung von Turnen, Sport und Spiel auf dem Lande. Sie hat bemerkenswerterweise der soziologischen Bedeutung ebenfalls geringe Beachtung geschenkt. Sie ist fast nie darauf eingegangen, die Beeinflussung der zwischenmenschlichen Beziehungen durch gemeinsam betriebene Leibesübungen zu untersuchen, obwohl gerade in den kleinen ländlichen Gemeinwesen die Auswirkungen verhältnismäßig stark sein können.

Dabei hat sich die junge Landarbeitslehre, wenn man die Ausführungen von Stieger[1]) zugrunde legt, auch die Behandlung gewisser soziologischer Fragenkomplexe zum Ziel gesetzt, denen sie sich allerdings noch nicht eingehender hat zuwenden können. Dies Schicksal hat aber auch andere Teilgebiete betroffen — es sei beispielsweise die Arbeitspsychologie erwähnt, die bisher nur in wenigen Schriften Behandlung gefunden hat —, die ebenfalls noch einer gründlichen Erforschung harren.

Da der Begriff Soziologie verhältnismäßig wenig geläufig ist, erscheint es vor Behandlung des eigentlichen Themas notwendig, das Aufgabengebiet in groben Strichen zu zeichnen, um daran anschließend nach einer Betrachtung der allgemeinen Bedeutung der Leibesübungen auf die auf soziologischem Gebiet liegenden Auswirkungen auf das Landleben und die Landarbeit einzugehen.

I.

Es ist nicht leicht, den Begriff der Soziologie mit wenigen Worten zu umreißen. Leopold von Wiese[2]) definiert als ihre Aufgabe, die sozialen Beziehungen zu beschreiben, zu analysieren, zu gruppieren und zu systematisieren, wobei es sich um eine Arbeit auf dem Boden der Erfahrung handelt. An anderer Stelle[3]) spricht er von einer theoretisch-empirischen sozialen Einzelwissenschaft von den Beziehungen der Menschen

---

[1]) Stieger, Der Mensch in der Landwirtschaft, Berlin 1922.

[2]) Leopold von Wiese, Zur Methodologie der Beziehungslehre, Kölner Vierteljahrshefte für Sozialwissenschaften, Reihe A. Jahrgang 1 (1921), Heft 1, S. 49.

[3]) Derselbe, Skizze eines Aufbaus der Beziehungslehre, ebenda, Jahrg. 2, Heft 2, S. 62.

untereinander und den sich aus diesen Beziehungen ergebenden Gebilden, die in zwei Teile zerfällt:

1. in die Lehre von den Beziehungen zwischen Einzelmenschen und zwischen diesen und sozialen Gruppen;
2. in die Lehre von den Gebilden und den Beziehungen zwischen diesen Gebilden.

Diese Auffassung von L. v. Wiese wird jedoch nicht von allen Soziologen geteilt. Die Begriffsbestimmung wird vielfach als zu eng bezeichnet. Eine weitere Fassung des Objektes dieser Wissenschaft stammt von Tönnies[1]), der sagt, daß die allgemeine Soziologie die Lehre vom menschlichen Zusammenleben überhaupt sei. Grünfeld[2]) spricht in ähnlichem Sinne von der Wissenschaft von den Beziehungen zwischen den vergesellschafteten Menschen, die uns das Zusammenleben, ebenso wie die einzelnen Tatsachen des Zusammenlebens lehrt.

Durch eine Gegenüberstellung der Begriffe Soziologie und Sozialpolitik, deren Bestimmung auf dem Soziologentag 1922 zur Behandlung stand, soll versucht werden, das Aufgabengebiet noch deutlicher herauszuschälen. Besonders geeignet erscheint hierzu das aus einem anderen Wissenschaftsgebiet gewählte Vergleichsbeispiel von Stoltenberg.[3]) Er sagt, daß schon Herbart beim Einzelmenschen Psychologie, Ethik und Pädagogik unterschied als das, was im Seelenleben tatsächlich vorkommt, das was darin vorkommen sollte und das, wodurch man das Seinsollende erreicht. Mit anderen Worten: die Lehre von der Wirklichkeit und ihren Gesetzen, die Lehre von den Zielen und die von den Mitteln zur Erreichung der Ziele. Stoltenberg sagt nun weiter, daß man in der Gesellschaftswissenschaft ebenso die Soziologie, die Sozialethik und die Sozialpolitik unterscheiden könne. Diese drei Begriffe definiert er als die Lehre von den wirklichen gesellschaftlichen Zuständen, die Lehre von den gesellschaftlichen Zielen und die von den Mitteln, solche Ziele durchzusetzen. Recht anschaulich ist auch das von Ludwig Heyde angeführte, der

---

[1]) Ferdinand Tönnies, Einleitung in die Soziologie, Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 79. Jahrgang, Heft 1.

[2]) Ernst Grünfeld, Anleitung zum Studium und zum selbständigen Arbeiten für Volkswirte. Jena 1927, S. 6.

[3]) Verhandlungen des Vierten Deutschen Soziologentages 1924 in Jena. Tübingen 1925, S. 97/98.

Praxis entnommene Beispiel der Sozialversicherung.[1]) Diese ist durchaus einer soziologischen Betrachtungsweise zugänglich, wenn nämlich die Tatsache berücksichtigt wird, daß unter anderem die Sozialversicherung der Arbeiterklasse viel von ihrer Isoliertheit genommen hat, daß sie in das Verhältnis von Arbeitgeber zu Arbeitnehmer ein Stück Formalismus hineingetragen hat und gegenseitige Hilfe institutionalisiert hat. Nicht in das Gebiet gehört aber beispielsweise die Beitrags- und Leistungshöhe, der Berechnungsmodus, die Belastung des Arbeitgebers und seiner Erzeugnisse und so fort.

Wie man neben der allgemeinen Pflanzenbau- oder Tierzuchtlehre eine besondere entwickelt hat und entwickeln mußte, so liegt unseres Erachtens auch die Notwendigkeit einer besonderen wissenschaftlichen Behandlung der soziologischen Verhältnisse des Landes vor. Dieser wurde bisher in Deutschland nur wenig Beachtung geschenkt. Es ist jedoch zu erwarten und zu hoffen, daß auf dem Wege, den L. von Wiese durch Anstellung einer Untersuchung über „Das Dorf als soziales Gebilde“[2]) beschritten hat, weiter fortgefahren wird, so daß die zweifellos bestehende Lücke bald ausgefüllt wird. Die erwähnte Schrift bietet neben wertvollen Berichten über die soziale Struktur einiger Gemeinden des Hunsrücks in dem Abschnitt „Problematik einer Soziologie des Dorfes“ eine Übersicht der vorliegenden Forschungsaufgaben, die nach v. Wiese darin bestehen, „das zwischenmenschliche Verhalten und die (positiven und negativen) Vergesellschaftungen im Dorf, sowie den Niederschlag dieser sozialen Bedingungen und Gruppierungen in der Auffassung und in der Haltung der Menschen zu beobachten und zu systematisieren.“[3])

Es scheint nun, als ob diese Wissenschaft, oberflächlich betrachtet, in fast gar keinem Zusammenhang mit der Landwirtschaftswissenschaft stände. Die in Wirklichkeit vorhandenen Beziehungen werden jedoch unseres Erachtens zum Vorschein

[1]) Verhandlungen des Vierten Deutschen Soziologentages, S. 76.

[2]) Kölner Vierteljahrshefte für Soziologie. München 1928.

[3]) In einer nach Abschluß des Manuskriptes herausgekommenen Arbeit befürwortet M. Bruno die Entwicklung einer Agrarsoziologie. Vgl. Die Landwirtschaftliche Person als betriebswirtschaftliches Problem. Landw. Jahrbücher. Bd. LXXI (1930), Heft 1.

kommen, je mehr der Mensch auch in der Landwirtschaftswissenschaft in den Brennpunkt des Interesses tritt und je notwendiger damit auch ein Studium der Beziehungen der Individuen und ihrer Gruppen wird.

Es sei an dieser Stelle auf die interessante und befremdende Tatsache hingewiesen, daß sich in Amerika, in dem Lande, in dem eine ökonomisch rationale Einstellung in allen Kreisen der Bevölkerung vorherrscht, eine besondere Wissenschaft herausgebildet hat, die den Namen „Ländliche Soziologie" (Rural Sociology) führt und die sich die Aufgabe gestellt hat, die Kräfte und Bedingungen des ländlichen (Gemeinschafts-) Lebens zu erforschen als Grundlage für eine aufbauende Tätigkeit, die eine wirksame Zivilisation auf dem Lande entwickeln und aufrecht erhalten soll.[1]) Die ländliche Soziologie ist ein Teil der Landwirtschaftswissenschaft und steht selbständig neben den anderen Zweigen derselben.

Nach dem bekannten Einteilungsschema, das auf dem Kongreß der American Farm Association im Jahre 1910 als zweckmäßig angenommen wurde, steht an erster Stelle die „farm practice" und die „agricultural science" mit der Aufgabe, die Naturgesetze zu erforschen und ihre Anwendung auf die Pflanzenproduktion und die Tierhaltung zu zeigen. Es folgt die Betriebslehre (farm administration oder farm management), die vom geschäftlichen, privatwirtschaftlichen Standpunkt aus urteilt. Sie ist jedoch nicht ganz so umfassend wie die deutsche Betriebslehre. Sie setzt sich das Ziel zu zeigen, wie Land, Arbeit und Kapital angewandt werden müssen, um den höchsten Reinertrag zu erzielen. An dritter Stelle stehen die „agricultural economics", die Frauendorfer[2]) vorschlägt Agrarökonomie zu nennen, die beispielsweise Landpacht, Transportmittel, Marktwesen, Taxation, Kreditwesen, agrarpolitische Gesetzgebung usw. behandeln. Diese beiden letztgenannten Zweige der Landwirtschaftswissenschaften, die unendlich viele enge Berührungspunkte haben, sich auch kaum trennen lassen, gehen immer mehr ineinander über,[3]) dafür hat sich mittlerweile das landwirtschaftliche Marktwesen zu einer selbständigen Wissenschaft entwickelt. An letzter Stelle steht die Rural Sociology.

Im Rahmen der amerikanischen ländlichen Soziologie werden aber auch Bestrebungen und Maßnahmen, die auf „improving", auf praktische Reformen gerichtet sind, behandelt. Rural Sociology umfaßt also gleichzeitig, wenn auch naturgemäß in bezug

[1]) Paul L. Vogt, Introduction to Rural Soziology, New York und London 1924, S. 15.

[2]) Sigmund von Frauendorfer, Entwicklung, Methoden und Ergebnisse der agrarökonomischen Forschung in den U. S. A. Berichte über Landwirtschaft, Band VIII, Neue Folge (1928), S. 70.

[3]) Ebenda, S. 79.

auf das Land, das Gebiet der Sozialpolitik; sie deckt sich in ihren Bestrebungen auch teilweise mit dem, was wir in Deutschland als ländliche Wohlfahrts- und Heimatpflege zu bezeichnen gewohnt sind. Die Vorschläge stehen allerdings unserer Auffassung nach oft durchaus nicht auf festen wissenschaftlichen Füßen. Bemerkenswert sind in dieser Hinsicht die Ausführungen von Dunkmann [1]), der sagt, daß die reine Soziologie, deren Anwendung in Rede steht, fehle, daß nirgends auch nur annähernd gleich bedeutsame Bestrebungen, die Theorie auszubauen wie in Deutschland zu finden seien. Es sei nicht erkannt, daß es absurd ist „Anwendungen" aufzustellen, ohne vorher Grundlinien und Grundbegriffe, vor allem Gesichtspunkte, Fragestellungen usw. festzulegen.

Ohne auf die Frage einzugehen, ob die Entwicklung der ländlichen Soziologie in Zukunft in erster Linie von seiten der reinen, der allgemeinen Soziologie aus erfolgen wird oder ob sie, wie in Amerika, einen stärkeren Anstoß von seiten der Landwirtschaftswissenschaft erfahren wird, muß und kann wohl das eine betont werden, daß besonders das wichtige Teilgebiet der Landwirtschaftswissenschaft, die Landarbeitslehre, die Lehre von dem arbeitenden Menschen in der Landwirtschaft, bei ihren Untersuchungen immer auf Fragen stoßen wird, die in den Beziehungen der Einzelmenschen untereinander, besonders aber auch in den ihrer Gruppen liegen. Es wurde bereits auf Stieger hingewiesen. Auch Seedorf führt in seiner Schrift „Landarbeitslehre" [2]) aus, daß es das Ziel der seelischen Beeinflussung der Landbevölkerung sein muß, ihr Lebens- und Berufsfreude zu schaffen und eine ständige Arbeitsfreude zu erhalten, also Lustgefühle zu erwecken und Unlustgefühle zu beseitigen. Da aber die Menschheit die „Vergesellschaftung als ihre Lebensform kreiert hat", [3]) schneidet er mit seiner Forderung auch ein stark soziologisches Problem an.

Bisher hat sich allerdings die Landarbeitslehre hauptsächlich mit der Arbeitstechnik und mit arbeitswissenschaftlichen Fragen der Betriebseinrichtung und Betriebsführung befaßt. Sie wird

[1]) Karl Dunkmann, ‚Angewandte Soziologie', Band 2 von „Wirtschaft und Wissen". Berlin 1929, S. 8/9.

[2]) Friedrichswerth o. J., S. 89.

[3]) Simmel, a. a. O., S. 771.

jedoch über dies erste Ziel, das in der Erhöhung des Arbeitseffektes, mit anderen Worten im wesentlichen in der Erhöhung der wirtschaftlichen Leistungen des arbeitenden Menschen liegt, hinauswachsen und hinauswachsen müssen. Sie darf unseres Erachtens nicht vergessen, daß das ungeheuer große, wenig erforschte Problem „der arbeitende Mensch in der Landwirtschaft" ihr Gebiet ist. So aufgefaßt, wird neben der Physiologie, der Psychologie und anderen Disziplinen die Landarbeitslehre die ländliche Soziologie als Hilfs- und Schwesterwissenschaft nicht entbehren können. Auch in das Gebiet der Wirtschaftslehre des Landbaues spielen gewisse soziologische Probleme hinein. Im nachstehenden sollen einige Beispiele, die einem Aufsatz[1]) des Verfassers entnommen sind, angeführt werden, die die Beziehungen zwischen Landwirtschaftswissenschaft und Soziologie aufzeigen.

Die unheilvollste Krankheit unseres Volkskörpers ist die Landflucht, zu der die Landarbeiter das Hauptkontingent stellen. Ihre Ursache liegt einmal in der Unzufriedenheit mit der wirtschaftlichen Lage, mit der Beschwerlichkeit, der langen Dauer und der ungleichmäßigen zeitlichen Verteilung der landwirtschaftlichen Arbeit, zum anderen spielt die große Gruppe von Faktoren kultureller und sozialer Art eine Rolle. Von den letzteren wollen wir herausgreifen die niedere soziale Geltung der Landarbeiterschaft, die auch Hainisch[2]) den Ursachen der Landflucht zuzählt, dann die Eintönigkeit des Landlebens, die zur Prägung des Satzes geführt hat, daß es die höhere Kultur der Städte sei, die es den abwandernden Landarbeitern angetan habe (Wygodzinski)[3]). Wir befinden uns hier auf dem Gebiete der Soziologie, da einmal das Verhältnis der einzelnen Klassen zueinander sozusagen das Kernproblem der Gesellschaftswissenschaft ist und da andererseits, wie auch jeder zugeben wird, geistiges Leben sich nur dort entwickeln kann, wo eine Gruppe von Menschen in enger wechselseitiger Beziehung steht.

Ein nicht mit der Landarbeitslehre sondern mit der landwirtschaftlichen Betriebslehre in Beziehung stehendes Problem mit soziologischem Einschlag ist das des Zusammenschlusses der Landwirte. Über diesen ist seit einigen Jahren außerordentlich viel gesprochen und geschrieben worden. Worauf ist es nun zurückzuführen, daß die erzielten Fortschritte noch ziemlich gering sind? Ein Zusammenschluß wird nur dann stattfinden können, auf die Dauer Bestand haben, und Erfolge bringen, wenn neben den wirtschaftlichen Vor-

---

[1]) Landwirtschaftswissenschaft und Soziologie. Illustrierte Landwirtschaftliche Zeitung, 1929, Heft 42—44.

[2]) Michael Hainisch, Die Landflucht. Ihr Wesen und ihre Bekämpfung im Rahmen einer Agrarreform. Jena 1924, S. 41.

[3]) Zitiert bei Hainisch, a. a. O. S. 34.

bedingungen auch die soziologischen günstig sind. Die großen Erfolge der dänischen Genossenschaften sind unseres Erachtens zum Teil auf letztere zurückzuführen. Bauern, die ihrer wirtschaftlichen Lage und ihrem Bildungsstande nach auf gleicher Stufe stehen, werden sich leichter zusammenfinden als solche, bei denen diese Übereinstimmung nicht vorhanden ist. In Gegenden, in denen der Individualismus besonders stark ausgeprägt ist, wird die Hingabe des Einzelnen an soziale Gebilde naturgemäß weit geringer sein als in anderen, in denen der Kollektivismus in der Gedankenwelt der Bauern eine Rolle spielt. So weist z. B. schon Buchenberger,[1]) auf den Unterschied hin, der in dieser Hinsicht zwischen den Romanen und den Germanen besteht. Dort ist das Gemeinschaftswesen wenig entwickelt, hier ist es „eine Blüte germanischen Geisteslebens, eine der gesamten Art angepaßte Erscheinungsform wirtschaftlicher Betätigung".

Zum Schluß wäre noch die Macht der Sitte, der öffentlichen Meinung kurz zu streifen, der die Tendenz innewohnt, „alles vom normalen Leben abweichende entweder abzulehnen oder zur Einordnung in die allgemein anerkannten Formen des Dorflebens zurückzuführen".[2]) Wenn sie auch zweifellos manchmal Gutes leistet — es sei z. B. daran erinnert, daß durch sie die Landbevölkerung zu einem moralischen Lebenswandel, zu Sparsamkeit und zu Fleiß angehalten wird — so kann sie auch fortschritthemmend wirken. Man spricht in dieser Beziehung meist von der „Traditionsgebundenheit" des Bauernstandes. So gibt es — um einige Beispiele herauszugreifen — weite Gebiete, in denen der Bauer, der Teile seines Hofes verkaufte, der Verachtung anheimfiel. Dabei ist es bei der augenblicklichen Lage der Landwirtschaft sicherlich in manchen Fällen angebracht, durch Abstoßen einiger Landflächen die Mittel aufzubringen, die zu einer Sanierung oder auch zu einer Modernisierung und Rationalisierung des Betriebes notwendig sind. Es kann auch vorkommen, daß die Fläche des Hofes mit der Zahl der vorhandenen Arbeitskräfte nicht übereinstimmt und daß deshalb die Verkleinerung von Vorteil wäre. Manchmal wird auch die richtige Verteilung der einzelnen Arbeitskräfte auf die verschiedenen Arbeiten durch die herrschende Sitte verhindert. Man will nicht durch ein Abweichen von der Tradition und damit von der Regel die Kritik der Nachbarn herausfordern. So ist es in manchen Gegenden, zum Beispiel in Südhannover, für den Bauernsohn nicht „standesgemäß" zu melken, während er die Arbeit des Mistladens oder des Miststreuens ohne weiteres verrichten kann. Soweit die Bauersfrau nicht melkt, wird die Fürsorge für den Kuhstall einer darüber wenig erfreuten Magd, einem alten Knecht, der zu Arbeiten mit Pferden nicht mehr zu gebrauchen ist oder einem jungen „Schweizer", der es sich zur Aufgabe gesetzt hat, in 12 Monaten 13 Stellen zu haben, übertragen. Die Geschick und Sorgfalt erfordernde Arbeit des Melkens wird also von den meist uninteressierten Leuten verrichtet, während der Bauernjunge sehr oft morgens Futter holt und so eine Arbeit übernimmt, an der nicht viel zu verderben ist.

---

[1]) Agrarwesen und Agrarpolitik. Lehr- und Handbuch der politischen Ökonomie, herausgegeben von Adolf Wagner. Leipzig 1893, III. Hauptabt., 2. Teil, Band II, S. 522.

[2]) W. Becker in „Das Dorf als soziales Gebilde".

Einer soziologischen Betrachtung und Erforschung bedürfen also viele Probleme des Landlebens und der Landarbeit. Will man das Einzelproblem jedoch der allseitigen Klärung nahe bringen, so muß man neben der soziologischen auch die anderen Seiten — beispielsweise die wirtschaftliche — würdigen, wie umgekehrt auch die Betrachtung durch die rein ökonomische Optik selten zur vollen Klarheit führt.

II.

Die Bedeutung der Leibesübungen liegt — wie bereits erwähnt — nicht allein auf soziologischem Gebiet. Die Erkenntnis ihrer Wichtigkeit entspringt vielmehr anderen Beobachtungen, die hauptsächlich auf drei Gebieten liegen.

1. Bedeutung haben die Leibesübungen vor allem für die körperliche Ertüchtigung und Gesunderhaltung. Es wird ohne weiteres zugegeben werden, daß Turnen, Sport und Spiel, überhaupt körperliche Ausbildung, das gegebene Mittel sind, ein Gegengewicht gegen die Anspannung und Beanspruchung des Städters zu bilden und daß durch Bewegung in der frischen Luft die Schäden der Beschäftigung im geschlossenen Raum bis zu einem gewissen Grade ausgeglichen werden können. Die Überzeugung von der Notwendigkeit der Leibesübungen für die Landbevölkerung hat sich aber noch nicht in gleichem Maße durchgesetzt. Die Landarbeit entwickelt zwar nicht so ausgesprochen wie manche Fabrikarbeit nur einzelne Muskelpartien, sie zermürbt nicht in gleichem Maße wie das ruhelos hastende Leben der Großstadt die Menschen. Sie führt aber bei der Eigenart der landwirtschaftlichen Arbeit zu einer bezeichnenden körperlichen Ungeschicklichkeit und Langsamkeit, die sich auch in gewissem Sinne auf das Geistige überträgt. Man denke nur an den Mangel an Entschlußkraft, der sicherlich durch körperliche Übungen zum Teil abgestellt werden kann. Trotz der Bewegung draußen in der frischen Luft ist die Ungelenkigkeit der Landbevölkerung sprichwörtlich geworden, auch ihre Abhärtung läßt bemerkenswerterweise sehr zu wünschen übrig.

Ein gewandter, abgehärteter und gesunder Landmann ist aber leistungsfähiger. Wir kommen damit zum nächsten Punkt.

2. Die Bedeutung der Leibesübungen für die Landarbeit zeigt sich darin, daß jede körperliche Arbeit dem turnerisch und

sportlich geübten Mann leichter fällt und ihn zu größeren Leistungen befähigt. Sehr treffend führt R. W. Schulte[1]) aus, daß heute in allen Kulturländern die Leibesübungen als maßgebliches Mittel zur Erhaltung und Wiederherstellung der Arbeitskraft anerkannt seien. Seiner Ansicht nach mußten die Völker infolge zunehmender Erschöpfung der Schätze der Natur den geistigen und körperlichen Kräften der menschlichen Persönlichkeit immer größere Bedeutung schenken. In dieser Erkenntnis sind die angelsächsischen Völker vorangegangen, die die Bedeutung der nationalökonomischen Leistungssteigerung zuerst erkannten.

Wir glauben allerdings, daß in Deutschland, vor allem auf dem Lande, von dem Erkennen bis zur Durchführung des als richtig erkannten noch ein großer Schritt ist. Es geht nur langsam vorwärts, trotz aller Bemühungen. Es sei nur an die mahnenden Worte von Seedorf[2]) erinnert, der auf diese — man könnte vielleicht sagen auf wirtschaftlichem Gebiet liegenden Auswirkungen der Leibesübungen — wiederholt hingewiesen hat. Er führte zum Beispiel aus, daß die körperliche Gewandtheit um so mehr an Wert gewönne, je verwickelter die Verrichtungen im landwirtschaftlichen Betriebe durch die Einführung vielfältiger landwirtschaftlicher Maschinen werden, deren Handhabung neben großer geistiger Geweckteit auch Fingerfertigkeit und Gelenkigkeit erfordern. Dazu kommt, daß der durch Turnen, Spiel und Sport geschulte Mann seine Kraft besser und richtiger anwenden kann, daß er mit ihr hauszuhalten versteht. Zusammenfassend kann man mit Seedorf sagen, je kräftiger, gewandter und widerstandsfähiger die Menschen sind, desto mehr Freude wird ihnen die Arbeit bereiten und desto größer wird der landwirtschaftliche Erfolg und damit der Arbeitsverdienst sein.

3. Beachtenswert sind noch die Auswirkungen, die die Leibesübungen auf geistigem Gebiet im Gefolge haben. Wenn man auch die im Sprichwort festgelegte Behauptung, daß in einem gesunden Körper auch eine gesunde Seele lebe (mens sana in corpore sano) nicht ganz wörtlich nehmen kann, so bestehen doch zweifellos oft gewisse Korrelationen zwischen geistigen und

---

[1]) R. W. Schulte, Körper-Kultur, Berlin 1928, S. 39.

[2]) W. Seedorf, Die Bedeutung der Leibesübungen für den landwirtschaftlichen Beruf. Monatsschrift für Turnen, Spiel und Sport, 1923, Heft 9.

körperlichen Leistungen. wie auch Untersuchungen im Psychologischen Institut der Preußischen Hochschule für Leibesübungen zeigen. [1])

Leibesübungen, besonders Geräteturnen, Wassersprünge usw., entwickeln Mut und Entschlossenheit, die für den Landwirt vielleicht wichtiger sind als für den Städter. Sie bringen den Einzelnen dazu, sich selbst zu erziehen zu Ausdauer und Selbstüberwindung. Die Leibesübungen sind wie kein anderes Mittel geeignet, die Unterordnung des Einzelnen unter die Idee des Ganzen, das Gefühl der Zusammengehörigkeit und Kameradschaft zu fördern.

III.

Es konnte nicht die Aufgabe sein, eine restlose Aufzählung aller Folgen der Leibesübungen zu geben; es lag uns nur daran, in großen Zügen ein Bild von der vielseitigen Bedeutung zu zeichnen, um daran anknüpfend eingehender auf die soziologischen Auswirkungen, auf die Einflüsse, auf die Beziehungen der Individuen und ihrer Gruppen zu sprechen zu kommen.

Am wichtigsten erscheint uns in dieser Hinsicht die Entwicklung und Stärkung des Gefühls der Zusammengehörigkeit. Als Vorläufer von Turnen, Sport und Spiel sind die Volksfeste zu bezeichnen, weil schon in alten Zeiten in ihrem Rahmen Wettkämpfe [2]) abgehalten wurden. Auch deren Bedeutung lag, wie schon den Staatsmännern des Altertums intuitiv bekannt war, in der Förderung des Zusammenhalts der gesellschaftlichen Einheit, in der Stärkung des „Wir-Gefühls".

Sehr überzeugend führt E. A. Ross in seiner Schrift „Das Buch der Gesellschaft" [3]) aus, daß früher die größeren Gesellschaften für periodische Versammlungen sorgten, um nicht in streitende Ortsgruppen oder Gesellschaftsklassen zu zerfallen. Der vergemeinschaftende Wert einer solchen Versammlung liegt darin, daß alle Teilnehmer in Gegenwart der übrigen in gleicher Weise

---

[1]) Untersuchungen von Schulte und Erdmann. Vgl. R. W. Schulte, Leistungssteigerung im Turnen, Spiel und Sport. Oldenburg i. O. 1927, S. 122.

[2]) Man denke beispielsweise an die Olympischen Spiele des Altertums.

[3]) Ins Deutsche übersetzt von R. Hiferding, Karlsruhe 1928, S. 348.

und zu gleicher Zeit bewegt und sich so der Gemeinsamkeit dieser Empfindungen gewahr werden. Auch Tarde[1]) erwähnt den Einfluß der Feste, die er als das souveräne Mittel bezeichnet, durch das die gesellschaftliche Logik die Gefühle aller kleinlichen Fehden, private Feindschaften, Neidgefühle, Verachtung, Eifersucht und moralische Gegensätze aller Art in eine mächtige Harmonie auflöst.

Die Soziologie versucht nun, an Stelle der intuitiven Erfassung der Beziehungen und der Prozesse zwischen den Gruppen der menschlichen Gesellschaft und der Faktoren, welche den Zerfall eines gesellschaftlichen Körpers herbeizuführen pflegen, beziehungsweise der, die den Zusammenhalt einer Gruppe steigern, eine wissenschaftliche Erforschung und systematische Ordnung der Probleme zu setzen.

Wir wollen jedoch an dieser Stelle nicht die staatspolitischen Auswirkungen gemeinschaftlicher Veranstaltungen betrachten, sondern unseren Blick ländlichen Gemeinwesen zuwenden. Es muß zugegeben und vorausgeschickt werden, daß auch dort das Gefühl der Zusammengehörigkeit im Schwinden begriffen ist. Die Volksfeste und die in ihrem Rahmen veranstalteten Spiele kommen immer mehr ab. Neben ihnen oder an ihrer Stelle werden die Leibesübungen — unter der Voraussetzung, daß es gelingt, alle Schichten der Dorfbevölkerung zu erfassen — die soziologische Aufgabe unternehmen können, diesem zunehmenden Verfall des gesellschaftlichen Gebildes Dorf entgegenzuarbeiten.

Durch Turnen, Sport und Spiel wird aber gleichzeitig eine Bereicherung des Landlebens herbeigeführt. Es sei darauf hingewiesen, daß auch in den „Richtlinien des Landjugendausschusses" der letztgenannte Gesichtspunkt berücksichtigt ist, indem aufgeführt wird, daß dem jugendlichen Mädchen oder Burschen das an sich eintönige und zur Langeweile führende Landleben durch Belebung der Mußestunden mittels eines Systems planvoller volkstümlicher Leibesübungen anziehender gestaltet werden muß.

Eine Stärkung des Gemeinsinns kann und wird aber auch oft unmittelbar wirtschaftliche Folgen haben. Die großen Aufgaben, die dem landwirtschaftlichen Kleinbetrieb

[1]) Zitiert bei Ross, a. a. O. S. 348.

in Deutschland noch bevorstehen und die durch das Genossenschaftswesen eingeleitet sind, könnten nur dann von Erfolg begleitet sein, wenn Gemeinsinn vorhanden sei.[1]) Die zweifellos vorliegenden Erfolge der Arbeiterorganisationen hinsichtlich der Verbesserung der Lage ihrer Mitglieder sind zum erheblichen Teil der Entwicklung des Gefühls der „Solidarität" zu verdanken.

Wichtiger aber als die Förderung des Gemeinsinns zwischen den Gliedern einer Schicht erscheint uns jedoch die Stärkung der Bande zwischen den verschiedenen Schichten. Zu den Ursachen der Landflucht, von der in besonderem Maße die Landarbeiterschaft ergriffen wird, gehört — wie wir bereits erwähnten — die geringe soziale Geltung dieses Standes. Fragen wir zuerst ganz allgemein, worauf das zurückzuführen ist, daß aus sozialen Unterschieden soziale Gegensätze entstehen, so lautet die Antwort darauf, daß das bei einer Schicht — ob mit Recht oder Unrecht, ist hier belanglos — aufkommende Gefühl der niederen Geltung und der Benachteiligung wohl in erster Linie als Ursache anzusehen ist.

Voraussetzung der Entwicklung des Gefühls niederer Geltung ist naturgemäß, daß die Unterschiede in der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stellung deutlich erkannt und auch nicht mehr als etwas Unabänderliches angesehen werden. Sie werden von den unteren Schichten um so schärfer empfunden, je weniger die Angehörigen dieser Schichten für sich oder für ihre Nachkommen die Möglichkeit sehen, in die oberen Schichten aufzusteigen, und je geringer die Wertung der körperlichen Arbeit, die sie zu verrichten haben, in der allgemeinen sozialen Anschauung ist.

Sobald aber diese Gegensätze empfunden werden, wird die Entwicklung eine Tendenz zeigen, die versucht, die Struktur des gesellschaftlichen Körpers zu ändern, eine soziale Umschichtung herbeizuführen. Einmal können diese Gegensätze, um die sozialistische Ausdrucksweise anzuwenden, zu einer mehr oder weniger auf „Klassenkampf" gerichteten Einstellung führen, wie wir sie zurzeit bei einem erheblichen Teil der städtischen Arbeiterschaft finden, zum anderen können sie zur Folge haben, daß die sich benachteiligt fühlende Schicht dem Druck, dem sie ihrer Meinung nach ausgesetzt ist, auszuweichen versucht. Die niederen Schichten

[1]) W. Seedorf, Die Organisationsformen der Landwirtschaft. Handbuch der Landwirtschaft, I. Band. Berlin 1929, S. 321.

der Landbevölkerung wandern also in die — wie sie meinen — bevorzugten Städte oder doch in städtische Berufe ab. Dieser Entschluß wird ihnen erleichtert durch die anderen Schattenseiten des Land- und Landarbeiterlebens.

Je geringer also die Unterschiede in der sozialen Geltung sind, je geringer wird auch die Wirkung dieses Abwanderungsmotives sein, dessen Bedeutung im Rahmen des ganzen Komplexes von Beweggründen naturgemäß individuell ganz verschieden ist. Es liegt also die Aufgabe vor, das Gefühl der Minderwertigkeit aufzuheben. Das ist aber nicht möglich dadurch, daß man kurzerhand eine höhere Wertung der körperlichen Lohnarbeit propagiert, man muß vielmehr neben einer Besserung der wirtschaftlichen Lage, die hier nicht zur Behandlung steht, den Berufsstolz entwickeln, den Geltungstrieb befriedigen und das Trennende zwischen den Schichten der Dorfbevölkerung möglichst weitgehend verwischen. Hier können die Leibesübungen zur Abhilfe beitragen. Das Geltungsbedürfnis wird bei ihnen nicht nur dadurch befriedigt, daß beim Turnen, beim Sport oder beim Spielen der Knecht neben dem Besitzersohn steht, dieser in nicht rein landwirtschaftlichen Gemeinden vielleicht neben dem Industriearbeiter, daß sie sich kennen lernen, sondern auch dadurch, daß der sozial Niedrigstehende durch gute Leistungen an die erste Stelle treten kann und sich beim Wettkampf unvorbelastet seinem Konkurrenten gegenübersieht. Dazu kommt noch, daß durch Erziehung zur Behendigkeit eine der Ursachen der geringen Geltung der Landarbeiter und auch der Bauern, ihre Ungewandtheit, verschwindet. Zu erwähnen wäre auch noch, daß die Entwicklung des Selbstbewußtseins vielfach mit der turnerischen und praktischen Ausbildung Hand in Hand geht. Die oft zu findende Bevorzugung des jungen Industriearbeiters oder des Angestellten durch die weibliche Jugend von Stadt und Dorf ist einmal naturgemäß auf das günstigere Los, das die Frau dieser Schichten gegenüber der mit Arbeit überlasteten Landarbeiter- oder Kleinbauernfrau erwartet, zurückzuführen, zum anderen aber auch darauf, daß der ungewandte Landjunge gegen seinen beweglicheren und adretteren Konkurrenten,[1]) der auch als „feiner" gilt, nicht bestehen kann.

[1]) Die „negative Auslese" durch die Landflucht wird allerdings auch eine Rolle spielen. Es sind die unternehmungslustigsten und tüchtigsten Söhne des Landes, die den Entschluß zur Abwanderung am leichtesten fassen.

Diese Aufgaben, die wir in soziologischer Beziehung den ländlichen Leibesübungen stellen, decken sich bis zu einem gewissen Grade mit Gedanken, die bei den Erörterungen über die Einführung der Arbeitsdienstpflicht, die vor einigen Jahren viel gepflogen wurden, auch eine Rolle spielten. Sie sollten neben wirtschaftlichen auch moralischen und sozialen Zwecken dienen dadurch, daß durch körperliche Betätigung beim Arbeitsdienst Lust und Liebe zur körperlichen Arbeit geweckt oder doch wenigstens Achtung vor ihr erzielt würde. Eines ihrer Ziele war also, durch Stärkung des Gemeinschaftsgefühles eine Milderung der Klassengegensätze herbeizuführen. Auch an die Artamanen-Bewegung und das Werkstudententum, die neben ihren unmittelbaren Aufgaben ähnliche Ziele verfolgen, wäre hier zu denken.

Mit der Achtung vor dem körperlich arbeitenden Kameraden des Turn- und Sportvereins wird auch die Mißachtung der körperlichen Arbeit, insbesondere der körperlichen Lohnarbeit, zurückgehen. Möglicherweise läßt sich auch durch Aufnahme von „Wettarbeiten" in den Arbeitsplan der ländlichen Turn- und Sportvereine Gutes erreichen. Allerdings sind im Vergleich zu den Auswirkungen der Arbeitsdienstpflicht oder der Werkstudentenzeit die in dieser Hinsicht zu erwartenden Erfolge der „Leibesübungen mit landwirtschaftlichem Einschlag" viel weniger intensiv. Derartige Wettarbeiten, die in der Vorkriegszeit hin und wieder, ausgehend von einem Preisausschreiben der Illustrierten Landwirtschaftlichen Zeitung, stattfanden mit dem Zweck, zur Vervollkommnung der Landarbeit beizutragen und den Landarbeitern zu zeigen, daß ihre Arbeit eine gelernte sei, bei der nur der tüchtige und eingearbeitete Mann hohe Leistungen schaffen könne, wurden nach dem Kriege zuerst im Landwirtschaftskammerbezirk Pommern[1]) wieder aufgenommen. Auch bei den letztjährigen, vom Reichsernährungsministerium eingerichteten Rübenpflegelehrgängen wurden sie auf Veranlassung von Ministerialrat Faaß wiederholt durchgeführt. Bei ihrem großen Wert werden sie sich als „Berufssport" — das ist zu hoffen — immer mehr durch-

[1]) Vgl. Kurig und Waslé, Landwirtschaftliche Preisarbeiten auf dem Rittergut Zarnefanz. Illustrierte Landwirtschaftliche Zeitung, Jahrgang 1926, Heft 33.

setzen und neben ihrer Hauptaufgabe, zur Vervollkommnung der Landarbeit beizutragen, vielleicht auch auf soziologischem Gebiet Gutes leisten.

Man kann aber die Bedeutung der Leibesübungen auch vom rein landwirtschaftlich-betriebswissenschaftlichen Standpunkt betrachten. Das wichtigste und schwierigste Problem der landwirtschaftlichen Betriebsleitung liegt in der Behandlung, in der Führung der Menschen. Arnhold, der Begründer und Leiter des „Dinta (Deutsches Institut für Technische Arbeitsschulung)" in Düsseldorf, faßt diese Aufgabe und ihre Lösung gelegentlich[1]) in folgende kurze Sätze zusammen: „Was muß ich tun, um den Menschen als Arbeitsfaktor sich auswirken zu lassen?" Die Antwort lautet: „Ich muß alles das, was ihn hemmt, beseitigen." Er sieht die Aufgabe in erster Linie pädagogisch an. Aus dieser Überzeugung heraus wendet er seine Arbeit dem jungen, noch weichen und unverbildeten Arbeiter zu. Zur Erreichung des gesteckten Ziels, einen tüchtigen, wendigen Arbeiter, der wieder in einem näheren Verhältnis zur Arbeit steht, heranzubilden, helfen ihm die Leibesübungen. Sie lassen die Ungeschicklichkeit, eine der Hemmungen des arbeitenden Menschen, verschwinden; sie tragen aber auch dazu bei, die positiven Kräfte Lebensfreude, Ehrgeiz usw. zu wecken.

Mehr die soziologische Seite betont dagegen L. W. Ries in seiner Schrift „Erziehung zu Arbeitswillen und Arbeitsfreude in der Landarbeit".[2]) Er hat wohl als Einziger im landwirtschaftlichen Schrifttum den Gedanken klar und mit aller Deutlichkeit herausgeschält, daß Turnen und Sport wie kein anderes Mittel geeignet sind, Hemmungen des Arbeitswillens, die in den sozialen Gegensätzen begründet sind, zu mildern. Die Betrachtungsweise von Ries geht dabei aber trotzdem weniger vom Standpunkt der ländlichen Soziologie oder Sozialpolitik als vielmehr vom Standpunkt der Landwirtschaftlichen Betriebslehre bezw. der Landarbeitslehre aus, die die Frage zu untersuchen hat, wie eine zufriedene Arbeiterschaft gewonnen werden kann. Er benutzt dabei

---

[1]) „Die Bewirtschaftung menschlicher Arbeitskraft in Industrie und Landwirtschaft", Vortrag gehalten bei der Wintertagung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 1929, abgedruckt in Stück 17 der ‚Mitteilungen der D. L.-G.' 1929.

[2]) Bücherei für Landarbeit, Heft 3, Berlin 1926.

aber die soziologische Optik, die den Blick des Beschauers auf die zwischenmenschlichen Beziehungen lenkt. Den in Frage kommenden Abschnitt seiner eben genannten Schrift überschreibt er „Die Erzielung der Grundstimmung" und schließt seinen Ausführungen über die Überwindung des Klassengedankens solche über das Privatleben des Besitzers Erziehung zur Selbstachtung usw. an. Die auf die ostelbischen Verhältnisse zugeschnittenen Ausführungen werden aber zu verallgemeinern sein. Er sagt, daß es am besten gelänge bei Gelegenheiten, die mit dem Arbeitsverhältnis nichts zu tun haben, ein Näherkommen von Mensch zu Mensch zu erreichen. Nach der Ansicht von Ries liegt hierin vielleicht die wichtigste Seite des Sports auf dem Lande. Er schließt den Absatz mit folgenden Worten: „Ich weiß nicht, ob es ein anderes Mittel gibt, die Trennungslinie der Klassen so stark zu verwischen, die Zusammengehörigkeit der Mitarbeiter am gemeinsamen Werk so stark zum Ausdruck zu bringen als dieses."

Wir stoßen hier wiederum auf dieselbe Erscheinung, die wir bereits im Hinblick auf das ländliche Leben erwähnten, die Stärkung des Gefühls der Zusammengehörigkeit und die Milderung der Klassengegensätze durch die Leibesübungen. Das ist ein hohes sozialethisches Ziel. Wenn wir danach streben, es zu erreichen, werden wir aber auch praktische, wirtschaftliche Aufgaben lösen.

IV.

Es liegt also die Aufgabe vor, nach Mitteln und Wegen zu suchen, die es uns ermöglichen, das gefundene und anerkannte Mittel zur Anwendung zu bringen. Die Tätigkeit wird zuerst auf organisatorischem Gebiet liegen und darauf gerichtet sein müssen, die Landjugend möglichst restlos zum Treiben von Leibesübungen zu bringen. Wenn wir nicht nur eine körperliche Ertüchtigung und Gesunderhaltung, sondern auch eine Stärkung des Gefühls der Zusammengehörigkeit, eine Hebung der Geltung und des Selbstbewußtseins der niederen Schichten, also in erster Linie der Landarbeiter erreichen wollen, werden wir eine gleichzeitige, eine gemeinsame Erfassung aller Schichten herbeizuführen versuchen. Ob dabei der Weg des Zwanges (z. B. Zusammen-

legung des Turnunterrichts der Höheren, der Fach- und Fortbildungsschulen) in Erwägung zu ziehen ist, oder ob eine Beeinflussung der verschiedenen ländlichen Vereine, verbunden mit einer starken Werbung für die Leibesübungen zum Ziel führt, läßt sich schwer entscheiden. Sollte das uns vorschwebende (sozialethische) Ziel zu erreichen sein, so werden auch die Kreise, die vom Glück begünstigt auf der sozialen Leiter höher stehen, nichts verlieren. Sie werden nur gewinnen. Die Kenntnis und das Verstehen der Gefühle, der Leiden und Freuden der anderen Schichten, das ihnen durch gemeinsames Turnen und Sporttreiben übermittelt werden kann, ist die wertvollste Ergänzung aller, auch der umfassendsten, Schul- und Fachbildung, die heutzutage allerdings nur zu oft lediglich „Ausbildung" ist.

Sicherlich werden Bedenken zu zerstreuen, Schwierigkeiten zu überwinden sein, aber die Aufgabe, eine Plattform zu schaffen, auf der sich alle Schichten der ländlichen Bevölkerung in friedlichem Wettstreit treffen, wo alle in der Weltanschauung, dem Bildungsgrad und der wirtschaftlichen Lage liegenden Unterschiede eine Zeitlang ausgeschaltet, vielleicht allmählich zum Verschwinden gebracht werden, rechtfertigt alle Aufwendungen.

Bücherbesprechungen.

Handbuch der Landwirtschaft, Herausgegeben von F. Aereboe, J. Hansen, Th. Roemer. (Verlag von Paul Parey, Berlin SW 11, Hedemannstr. 28/29.) Fünf Bände. Gesamtpreis in Halbleder gebunden Rm. 182,—. (Lieferbar auch in 20 Monatsraten zu je Rm. 10,—.) Einzelbände werden nicht abgegeben.

Bd. 2, Ackerbaulehre. Herausgegeben von Prof. Dr. Th. Roemer, Halle. Mit 130 Textabbildungen und 4 Farbendrucktafeln. 1929. In Halbleder. Rm. 34,—.

Im 1. Kapitel des vorliegenden Bandes behandelt Prof. Schucht an Hand der neuesten und bedeutendsten bodenkundlichen Literatur auf 40 Seiten Entstehung, Eigenschaften und Einteilung der Böden. Den Landwirt interessieren besonders die Teile über Verwitterung sowie über physikalische und chemische Eigenschaften des Bodens. Bei den Ausführungen über Gliederung und Kartierung des Boden hebt Verfasser die Wichtigkeit und Notwendigkeit bodenkundlicher Spezialkarten hervor, die neben der Orientiernng über die landwirtschaftlichen Verhältnisse einer Gegend hauptsächlich eine rationelle einträgliche Bewirtschaftung ermöglichen sollen.

Als 2. Kapitel erscheint auf 53 Seiten der wertvolle Beitrag aus der Feder von Löhnis über die Biologie des Bodens. Neben Aufgaben und Zielen der Bodenbiologie werden die Kleinlebewesen und ihre Lebensbedingungen behandelt. Daran schließt eine ausführliche Besprechung der im Boden durch die Beteiligung der Mikroben stattfindenden Umsetzungen, wie Abbau und Aufbau kohlen- und stickstoffhaltiger und mineralischer Verbindungen an. Weiterhin werden Wege und Ziele gewiesen, wie die für die Fruchtbarkeit so wichtige Tätigkeit der Kleinlebewesen durch Änderung und Verbesserung der physikalischen und chemischen Bedingungen durch Bodenbearbeitung, Düngung, Nutzung und Impfung des Bodens gefördert werden kann. Die Abhandlung bringt in gedrängter aber klarer Darstellung alles Wesentliche über unsere bisherigen Kenntnisse von der Biologie des Bodens.

Der 43 Seiten starke Beitrag von Prof. Münzinger über das Klima in landwirtschaftlicher Beziehung bildet das 3. Kapitel. Neben den Klimafaktoren werden die Klimazonen der Erde und die Klimagebiete Deutschlands besprochen. Den Hauptteil des Kapitels bilden die Ausführungen über den Einfluß des Klimas als maßgebender Faktor für die Betriebsform und den Gebäudebedarf der Landgüter.

Hieran schließen sich als 4. Kapitel die Ausführungen von Prof. Rothe über Meliorationen (70 Seiten). Der behandelte Stoff ist in folgende Hauptteile gegliedert: 1. Aufgaben und Grundlagen der Melioration, 2. Die Gewässer, 3. Die Entwässerung, 4. Eindeichungen, 5. Landwirtschaftliche Bauwerke, 6. Bewässerung, 7. Die Moorkultur. In allen einschlägigen Angelegenheiten ist die Arbeit dem Landwirt vorzüglich zur Ratgebung geeignet.

Prof. Roemer schreibt im 5. Kapital über Bodenbearbeitung. Neben dem Zweck der Bodenbearbeitung und deren Einwirkung auf den Boden werden die diesbezüglichen zeitlichen und wirtschaftlichen Maßnahmen vor der Saat und während der Vegetation besprochen. Eine Reihe von guten Abbildungen und Zeichnungen trägt als Demonstration wesentlich zum Verständnis des Textes bei. Besondere Abschnitte sind der Bearbeitung des leichten und schweren Bodens gewidmet.

Als 6. Kapitel folgen auf 20 Seiten Prof. Piepers Ausführungen über Saatgut, Keimung und Sortenwert. Neben der Besprechung sämtlicher wertbestimmenden Eigenschaften der Sämereien werden hauptsächlich die Verfahren zur Herrichtung, Sicherstellung und Verbreitung einwandfreien Saatgutes behandelt.

Als 7. Kapitel wird von Prof. Wrangell auf 100 Seiten das gesamte in 14 Abschnitte eingeteilte Gebiet der Pflanzenernährung und Düngung behandelt. Ausgehend von der Assimilation und den Assimilationsprodukten beschäftigen sich die weiteren Abschnitte mit den Kernfragen der pflanzlichen Ernährung und Düngung. Die einzelnen, zum Aufbau organischer Substanz wichtigen mineralischen Grundstoffe einschließlich Stickstoff finden dabei in jeder Weise gebührende Berücksichtigung und zwar einmal hinsichtlich ihrer Bedeutung als Nährstoff und zum andern Mal bezüglich ihres Vorkommens in der Pflanze und im Boden. Gleichzeitig mit den Ernährungsfragen werden die praktischen Düngungsmaßnahmen von verschiedenen Seiten beleuchtet. Ferner finden sich ausführliche Angaben über die Aufnahme und das Verhältnis der Mineralstoffe zueinander sowie über die Mischdünger und Mischregeln. Ihrer großen Bedeutung und ihrer Sonderstellung entsprechend nehmen die Ausführungen über die Wirtschaftsdünger einen besonders breiten Raum ein. Der Schluß des Kapitels ist der Aufstellung von Düngungsplänen und den wichtigsten Methoden zur Feststellung der Düngebedürftigkeit der Acker böden gewidmet.

Über Unkrautbekämpfung schreibt Prof. Fruwirth-Wien (22 Seiten). Nach einer allgemeinen Aufzählung von Wurzel- und Samenunkräutern, von denen einige der am häufigsten vorkommenden Arten im blühenden Zustande neben ihren Samen oder Früchten in bunten Abbildungen vorgeführt werden, geht der Verfasser des näheren auf die unmittelbaren und mittelbaren Unkrautbekämpfungsmaßnahmen ein. Auch hierbei ist dem Text eine Reihe guter Abbildungen beigegeben.

Zwischenfruchtbau und Gründüngung werden von Prof. Heuser-Danzig gemeinsam behandelt und dadurch die engen Beziehungen, die zwischen diesen beiden wichtigen Maßnahmen im Ackerbau bestehen, ins rechte Licht gerückt. Mit der Erörterung der Frage nach den natürlichen Voraussetzungen für Zwischenfruchtbau und Gründüngung sind die Ausführungen über die dazu ge-

eigneten Pflanzen und ihre Verwendung im Betriebe verbunden. Daneben ist auch gebührend auf die für das Gelingen maßgebende technische Ausführung von Zwischenfruchtbau und Gründüngung Rücksicht genommen. Der Einfluß, den der Zwischenfruchtbau auf den Boden und die Betriebsführung ausübt, ist einer besonderen Betrachtung unterzogen worden und es erhellt daraus, daß es sich hierbei um ein wertvolles Hilfsmittel handelt, welches viele neue Produktionsmöglichkeiten erschließt.

Das Kapitel über Pflanzenkrankheiten stammt aus der Feder Prof. Gaßners (78 Seiten). Die Ausführungen bringen zunächst alles, was für die Erkennung der Ursachen von Pflanzenkrankheiten und für die Bekämpfungsmaßnahmen von Wichtigkeit ist. An die Spitze der eingehenden Erörterungeu über die Bekämpfuug der Pflanzenkrankheiten selbst sind die diesbezüglichen Kulturmaßnahmen gestellt. Als weiterer Faktor für die Bekämpfung kommt die Immunitätszüchtung zur Besprechung und zuletzt werden die für den Pflanzenschutz erforderlichen mechanischen, physikalischen und chemischen Maßnahmen vorgeführt. Eine besondere Betrachtung ist der Getreiderostfrage gewidmet. Auf zwei großen Tafeln sind die einzelnen Getreiderost-Arten farbig abgebildet. Neben Form- und Farbunterschieden der Rostlager ist auch das mikroskopische Bild der Uredo- und Teleutosporen wiedergegeben. Die Vegetationsbedingungen, insbesondere die Bedeutung von Klima und Boden, sowie anderer das Auftreten des Getreiderostes begünstigenden Faktoren finden eingehende Berücksichtigung. Auch hieran schließen sich Angaben über die verschiedenen Bekämpfungsmaßnahmen. Am Schluß des Kapitels wird die wirtschaftliche Bedeutung und die Organisation des Pflanzenschutzwesens ausführlich dargelegt. Nicht nur für Praktiker sondern auch für Wissenschaftler sind die Ausführungen von größtem Interesse.

Im letzten Kapitel des vorliegenden Bandes behandelt Dr. G. Blohm-Halle Ernte und Aufbewahrung der Ackererzeugnisse, namentlich Getreide, Hackfrüchte und Futterpflanzen. Auch über Braunheubereitung, Ensilierung und Einsäuerung wird ein praktischer Überblick gegeben. Mehrere gute Abbildungen unterstützen die Beschreibung der einzelnen Verfahren.

Dem gesamten 2. Bande ist infolge der darin enthaltenen vorzüglichen Abhandlungen eine recht große Verbreitung auch in landwirtschaftlichen Praktikerkreisen zu wünschen. Praßler, Göttingen.

Handbuch der Landwirtschaft. Von Fr. Aereboe und J. Hansen und Th. Römer. Berlin 1930, Verlag von Paul Parey. Band III: Pflanzenbau. Herausgegeben von Prof. Dr. Th. Römer. — Landmaschinen von Prof. Dr. Vormfelde. In Halbleder Rm. 45,—.

Der dritte Band umfaßt das gesamte Gebiet der Pflanzenbaulehre. Der Getreidebau von Prof. Dr. Berkner, Breslau zeichnet sich besonders durch weitgehende Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte von ähnlichen Werken aus. So ist die Einteilung der Sorten nach ihrer Anpassungsfähigkeit an Klima und Boden, also nach ihrer ökologischen Streubreite und ihrem Xero- und Hygrophytismus neu und verdient Beachtung. Den Kartoffelbau hat Prof. Dr. Opitz, Berlin geschrieben. Es ist erfreulich, daß die im Augenblick wichtigsten Probleme des Kartoffelbaus, nämlich die Abbaufrage und die verschiedenen Gesichtspunkte der Sorten- und Saatgutbewertung weitgehende Be-

rücksichtigung erfahren haben. Der Rübenbau von Prof. Dr. Römer, Halle enthält in gedrängter aber doch auch für den Laien verständlicher Form die wichtigsten Fragen des Rübenbaues, wie wir sie in dem etwas früher erschienenen ausgezeichneten Handbuch des Zuckerrübenbaues eingehend behandelt wissen. Der Hülsenfruchtbau stammt aus der Feder von Dr. H. Kreutz, München. Entsprechend der Bedeutung und Bewertung, welche in den letzten Jahren die Frage der Anlage von Feldfutterflächen, sowie die Verbesserung und die Pflege des Grünlandes erfahren hat, ist diesen Gebieten ein größerer Platz eingeräumt. Der Feldfutterbau von Prof. Dr. R. Hoffmann und Wiese und Weide von Prof. Dr. W. Zorn enthalten eine eingehende Darstellung der wichtigsten Feldfutterpflanzen und ihres Anbauwertes, sowie eine umfassende Behandlung der wesentlichsten Gesichtspunkte moderner Grünlandwirtschaft. Der Band schließt ab mit dem Ölfrüchte- und Handelsgewächsebau von Prof. Dr. Wacker, Hohenheim, dem Obstbau von Dr. W. Ebert, Berlin und dem Feldgemüsebau von S. Becker-Dillingen, Elstertrebnitz. Durch die Einbeziehung von Obst- und Gemüsebau in diesen Band ist zum ersten Mal ein umfassendes Werk der gesamten Pflanzenbaulehre entstanden, welches alle die verschiedenen Teilgebiete zusammenfaßt. Inhalt und Darstellung entsprechen dem Stand der neuesten Forschung und so reiht sich dieser Band würdig zu den übrigen Bänden des Handbuches.

K. Meyer-Göttingen.

Hansen, J. Maßnahmen zur Förderung der landwirtschaftlichen Tierzucht. Handbuch der Landwirtschaft, Band IV: Allg. Tierzuchtlehre. V, S. 347 bis 431. Berlin 1929.

Die letzte Abhandlung des IV. Bandes des Handbuches bringt aus der Feder des hierzu besonders berufenen Altmeisters der landwirtschaftlichen Tierzucht die Maßnahmen zu ihrer Förderung. Verfasser geht einleitend auf die Entwicklung der deutschen Tierzucht und die ihr zugrundeliegenden Ursachen in den letzten Jahrzehnten ein, zeigt ihre zahlenmäßige Entwicklung sowie Verteilung auf die verschiedenen Betriebsgrößen, um anschließend ganz kurz und allgemein die Förderung der Viehzucht durch Staat, landwirtschaftliche Berufsvertretungen sowie Züchtervereinigungen zu erörtern. Im ersten Abschnitt werden dann Verwaltung der Tierzuchtangelegenheiten (durch Regierung, Ministerien, Landwirtschaftskammern usw.) Ausbildung und Anstellung der Tierzuchtbeamten sowie Arbeit der der Förderung der Tierzucht dienenden Lehr- und Forschungseinrichtungen besprochen, worauf anschließend die öffentlichen und anderen Zuchtbetriebe, das Gestütswesen, Aufzucht- und Zuchtstationen, Remontehöfe, Stammzuchten, Geflügelleistungszuchthöfe beschrieben und kritisch gewürdigt werden. Weiter geht Verfasser ein auf die mit der Beschaffung von geeigneten Vatertieren zusammenhängenden Fragen, wie Körordnungen, Körausschüsse, die verschiedenen Arten der Körungen (Stall- und Sammel-, Haupt- und Nachkörung), Haltung von Vatertieren durch die Gemeinden (Bullen-, Bock-, Eberhaltungsgesetze) Einrichtung und Betrieb von Zuchttierhaltereien, -genossenschaften usw. Eingehend werden Bedeutung, Ausbreitung, Aufgaben und Einrichtungen der verschiedenen Züchtervereinigungen sowie der aus deren Zusammenschluß entstandenen Verbände aufgeführt und die wichtigsten der letzteren gekennzeichnet. Entwicklung und Einrichtung des Stamm- und Herdbuchwesens werden be-

schrieben. Im nächsten Abschnitt folgt Erörterung der Arten und der Aufgaben von Ausstellungen und Preisverteilungen. Die Beurteilung der Tiere an Hand der verschiedenen Beurteilungssysteme (freie Urteilsbildung, Punktverfahren, Ein- und Mehrrichtersystem) und ihre Vor- und Nachteile werden dargestellt. Es folgt eine Beschreibung der für bestimmte Sonderzwecke stattfindenden Preisverteilungen. Das wichtige und zeitgemäße Gebiet der Leistungsprüfungen bei den einzelnen Tiergattungen erfährt eine gründliche historische und kritische Würdigung. Rennen, Turniere, Zugleistungsprüfungen bei Pferden, Milch- und Zugleistungsprüfungen sowie Schlachtwettbewerbe bei Rindern, wobei besonders eingehend Arbeit und Zweck der Kontrollvereine besprochen werden, ferner die verschiedenen Leistungsprüfungen bei Schafen, Schweinen, Ziegen und Geflügel werden besprochen. Besonders wird die Notwendigkeit hervorgehoben, die Ergebnisse der genannten Prüfungen mehr als bisher in die Zuchtbücher aufzunehmen und somit der Züchtung dienstbar zu machen. Der folgende Abschnitt bespricht kurz die Förderung des Absatzes von Tieren und Tiererzeugnissen durch Zuchtviehmärkte und -versteigerungen, Viehverwertungs-, Eierverwertungsgenossenschaften und dergl. Auf die Bedeutung der Herstellung von Markenprodukten wird besonders hingewiesen, worauf zum Schluß über die Maßnahmen zur Schadloshaltung des Besitzers bei Tierverlusten durch das Viehversicherungswesen berichtet und letzteres nach seinen verschiedenen Arten (Versicherung auf Gegenseitigkeit, Zucht-, Schlachtviehversicherung usw.) charakterisiert wird. Winzenburger (Göttingen).

Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere von Prof. Dr. G. Fingerling, Leipzig-Möckern. Handbuch der Landwirtschaft, Bd. IV, Seite 168—267. Berlin 1929, Verlag von Paul Parey.

Die Arbeit bringt in kurzer, klarer Form einen Umriß der gesamten landwirtschaftlichen Fütterungslehre.

Der Verfasser geht aus von den chemischen Bestandteilen der Futtermittel, wie sie durch das teilweise überholte, aber aus Zweckmäßigkeitsgründen noch beibehaltene Weender Untersuchungsverfahren festgelegt wurden, um dann zu zeigen, wie der chemische Abbau durch den tierischen Organismus also der Gesamtverlauf der fermentativen und bakteriellen Verdauung und die Aufsaugung der Nährstoffe sich vollzieht. Besonders hingewiesen wird auf die große Bedeutung der Infusorien und Bakterien für die Verdauungsvorgänge bei den Wiederkäuern.

Daran schließt sich eine Darstellung der Verwertung der Nährstoffe als Baumaterial für den Aufbau des Tierkörpers sowie als Umwandlung der Nährstoffe als Betriebsmaterial für die mechanischen und chemischen Arbeitsleistungen des Organismus. In Kapitel IV behandelt der Verfasser die wissenschaftliche Ermittlung des Nährwertes der Futtermittel. Da an der Fettbildung alle Nährstoffe teilnehmen können, wird an der Größe des Fettansatzes die Nährwirkung, zahlenmäßig ausgedrückt durch den Stärkewert, gemessen.

Im Anschluß daran wird kurz auf das interessante und noch sehr umstrittene Gebiet der Vitamine eingegangen.

Im VI. Kapitel „Fütterungsnormen und ihre Begründung" haben wir die praktische Auswertung der in den vorhergehenden Abschnitten behandelten wissenschaftlichen Erkenntnisse vor uns, und es wird hier des näheren dar-

gestellt, wieviel Trockenmasse, Stärkewert, verdauliches Eiweiß und Mineralstoffe, das Tier zu seiner Erhaltung bezw. zur Produktion benötigt.

Im letzten Abschnitt bespricht Verfasser die Futtermittel. Allgemein wird zunächst auf den Begriff als solchen eingegangen, ferner die Ernte und Konservierungsmethoden, insbesondere die verschiedenen Heubereitungs- und Konservierungsarten der saftigen Futterpflanzen behandelt. Es folgt dann eine Beschreibung der Futtermittel, sowohl der in der Wirtschaft erzeugten, wie der Abfälle der technischen Nebengewerbe der Landwirtschaft und der Ölfabrikation. Hillenherms-Göttingen.

Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Haustiere. Von R. v. Ostertag. Handbuch der Landwirtschaft, IV. Bd.: Allg. Tierzuchtlehre. S. 268—348. Berlin 1929.

Nach kurzer einleitender Erörterung des Aufgabenkreises der Hygiene und der ihr zur Erfüllung ihrer Aufgabe als Krankheitsverhüterin zur Verfügung stehenden Mittel geht Verfasser auf die private Gesundheitspflege ein. Zweckdienliche Haltung und Pflege der heranwachsenden und erwachsenen Tiere, unter besonderer Berücksichtigung des Weideganges, regelmäßige Haut-, Huf- und Klauenpflege, Schutz gegen Fliegenplage usw. zählen zu ihren wichtigsten Aufgaben. Anschließend wird die Bedeutung gesunder Luft im Freien wie im Stall eingehend erörtert. Auch die Akklimatisationsfrage wird vom Standpunkt der Reaktion des Tierkörpers auf veränderte Umweltbedingungen gewürdigt. Der Boden kann einmal durch Nährstoffmangel, zum andern als Träger von Krankheitserregern eine verhängnisvolle Wirkung ausüben und durch die sog. Boden- und Herdenkrankheiten bedeutende Verluste verursachen. Weiter erwähnt Verfasser die durch verunreinigtes Wasser unseren Haustieren drohenden Ansteckungs- und Vergiftungsgefahren, um dann das äußerst wichtige Gebiet der Futtermittel zu besprechen. Hier werden spezifisch gesundheitsbeeinflussende Wirkungen, die Folgen unzureichender bezw. übermäßiger Fütterung, die durch unzweckmäßige Zusammenstellung, Zustand und Verabreichung drohenden Gefahren, gelegentlich auftretende schädliche Wirkung von sonst nicht schädlichen Futtermitteln (Klee-, Buchweizenkrankheit, Lupinose) besprochen. Im folgenden Abschnitt werden alle die Anforderungen, die an einen gesunden zweckmäßigen Stall zu machen sind, eingehend beschrieben und anhangsweise zwei Stalltypen (Mahlstedtscher Losstall zum Abkalben und Kälberstall und der von Lochowsche Schweinestall) sowie Angaben zur Bekämpfung von Fliegen und Vogelmilben in Pferdeställen gegeben. Einen ganzen Abschnitt widmet Verfasser den sogenannten Herdenkrankheiten (Magen-, Lungen-, Bandwurm-, Leberegelseuche, Drehkrankheit, Dasselplage) und ihrer Bekämpfung. Nach kurzer Erörterung des Schutzes vor Schädigungen durch nicht anzeigepflichtige ansteckende Krankheiten, wobei auf das freiwillige Tuberkulosetilgungsverfahren besonders hingewiesen wird, geht Verfasser auf die öffentliche Gesundheitspflege ein. Viehseuchengezetz mit Bekämpfungs- und Überwachungsmaßnahmen, Entschädigungsfragen sowie die Erfolge der bisherigen Arbeit werden angeführt und die großen Vorteile und Fortschritte der öffentlichen Tierseuchenbekämpfung eingehend gewürdigt. Winzenburger, Göttingen.

Rinderzucht. Von J. Hansen. Handbuch der Landwirtschaft, Bd. V.: (Besondere Tierzuchtlehre) S. 103 bis 216. Berlin 1929.

Nachdem der Verfasser in der Einleitung darauf hingewiesen hat, daß die Rinderzucht wegen ihrer vielseitigen Leistung und auch wegen ihrer betriebswirtschaftlichen Einstellung unbedingt der wichtigste Zweig der Tierzucht in Deutschland ist, wendet er sich zunächst in Abschnitt I den Arten des Rindes zu, für deren Einteilung er die Schädelform nach Rütimeyer zugrunde legt. Büffel, Wisent (Bison), Yak, asiatische Stirnrinder (Banteng, Gayal, Gaur), Zebu und Rind im engeren Sinne werden hier nacheinander besprochen.

In Abschnitt II wird der Körperbau dargestellt und die engen Beziehungen behandelt, in denen er zu Konstitution, Gesundheit und Leistung steht. Unter diesem Gesichtspunkt wird auch ein gewisses Ebenmaß der Formen verlangt, aber nur soweit sich dies mit der Nutzung vereinbaren läßt. Nach Besprechung der einzelnen Körperteile bezw. Organe wendet sich der Verfasser noch besonders den drei Hauptnutzungsformen — der Milch-, Fleisch- und Mastform — und dem Geschlecht in ihren Beziehungen zum Körperbau zu.

Im III. Abschnitt werden die Rassen und Schläge des Hausrindes besprochen, die Verfasser im wesentlichen nach geographischen Gesichtspunkten einteilt. Eingehender werden die Rinderschläge in Deutschland, Österreich, Holland, Dänemark und der Schweiz besprochen, während die Schläge der übrigen europäischen Ländern und Nordamerikas nur kurz behandelt werden.

Die Züchtung des Rindes wird in erster Linie von mehr praktischen Gesichtspunkten aus erörtert, während die eigentliche Züchtungslehre in einem anderen Abschnitt des Handbuches behandelt wird. Leistung und Form werden in ihrer Bedeutung für eine sachgemäße Zuchtwahl gewürdigt und dabei gezeigt, wie wichtig Aufzucht, Haltung und Ernährung für eine volle Entwicklung ererbter Eigenschaften sind.

Der V. Abschnitt — die Ernährung des Rindes — wird von dem Grundgedanken beherrscht, daß es bei der Fütterung auf die Leistungsfähigkeit bezw. Futterausnutzungsfähigkeit eines Tieres ankommt; es müssen also solche Tiere gezüchtet werden und diese so gefüttert werden, daß sie ihre Leistungsfähigkeit, natürlich im Rahmen wirtschaftlicher Verhältnisse, voll entwickeln können. Eingehender wird dann die Fütterung der Milchkühe, der Zuchtbullen, der Arbeits- und der Mastrinder besprochen.

Im VI. Abschnitt wird Haltung und Pflege der Rinder mit besonderer Berücksichtigung des Weideganges behandelt.

Die Abhandlung bringt, wie es ja im Sinne des Handbuches liegt, eine knappe und klare Darstellung der Rinderzucht. Soweit es der beschränkte Raum gestattet, sind zur Erläuterung gute Bilder eingefügt.

Hillenherms, Göttingen.

Schweinezucht. Von J. Schmidt. Handbuch der Landwirtschaft, V. Band. S. 216—264. Berlin 1929.

Das Handbuch der Landwirtschaft, in dem im V. Bande Spezialforscher in kurzer Zusammenfassung den heutigen Stand der Kenntnisse über die „besondere Tierzuchtlehre“ übermitteln, bringt in der 3. Abhandlung einen Beitrag von Schmidt über Schweinezucht. Nachdem das einleitende Kapitel uns mit

der Abstammung und Entwicklung der Hausschweine bekannt gemacht hat, wird im 2. Kapitel die betriebswirtschaftliche Stellung der deutschen Schweinezucht und -haltung kurz behandelt. Es bringt Ausführungen über den Fleischverzehr, Verwendungsart der Schlachtschweine, Verteilung der Schweine auf die Betriebsgrößen und auf die einzelnen Landesteile, sowie die Aufteilung der Schweinehaltung nach der genutzten Futtergrundlage. Im Vergleich wird die Schweinezucht im Ausland, insbesondere in England herangezogen. Ebenso schließt sich einer Besprechung der deutschen Schweinerassen eine Darstellung der ausländischen, insbesondere der englischen Schweinezucht an, da diese eine außerordentliche Bedeutung für die Entstehung der Zuchten fast aller Länder, insbesondere der Deutschlands, gehabt hat. Des weiteren gibt Verfasser uns einen klaren Überblick über die gebräuchlichen Zuchtmethoden und geht neben der Beurteilung des Gesamtäußeren insbesondere auf den Wert der Leistungsprüfung ein, die dazu dient, aus der Bewertung der Nachzucht und der Vorfahren auf den Leistungswert des einzelnen Tieres und auch bestimmter Familien wichtige Schlüsse zu ziehen. Im 6. Kapitel „Zuchtbetrieb" interessieren neben Ausführungen über Zuchtbenutzung, Deckzeiten, Trächtigkeit usw. vor allem die Angaben über das Geschlechtsverhältnis, das Durchschnittsgewicht der Ferkel und die Säugeleistung der Sau. Es bliebe noch übrig, auf den Wert des Schlußkapitels über die „Ernährung der Schweine" hinzuweisen. Nach den allgemeinen Ausführungen über die Futtermittel wird auf den Grundfutter- und Produktionsbedarf, ferner auf die Futterverwertung in der Mastzeit bei veredelten Landschweinen eingegangen. Gesonderte Abschnitte bringen die Fütterung der tragenden und säugenden Sauen, der saugenden Ferkel, der Absatzferkel, Zuchtläufer und insbesondere der Mastschweine unter Angabe von praktischen Futtermischungen. Nicht unerwähnt bleiben mag die reichhaltige Ausstattung des Beitrages mit guten Wiedergaben typischer Rassevertreter. Stegen, Göttingen.

Golf, A. Schafzucht. Handbuch der Landwirtschaft, V. Band. S. 265—375. Berlin 1929.

Im 5. Bande des Handbuches für Landwirtschaft behandelt der Verfasser auf einem 70 Seiten umfassenden Raum das Gebiet der Schafzucht. In übersichtlicher Weise wird der Gesamtstoff in 6 Kapitel eingeteilt, von denen das erste Kapitel über „Rassen und Zuchtrichtungen" den größten Raum aufweist. Zunächst geht Verfasser auf die Abstammung der Schafe kurz ein, um dann auf die Rassengruppen, die Gruppierung der Schafe nach der Beschaffenheit ihrer Wolle zu sprechen zu kommen. Zahlreiche gutgelungene Abbildungen illustrieren den Abschnitt über die „Schafrassen Deutschlands und Englands". Es werden nacheinander die Merinos, Fleischwollschafe, Fleischschafe und Landschafe mit ihren Untergruppen behandelt, unter besonderer Heranziehung der englischen Schafrassen, denen die deutsche Fleischschafzucht ihre Entstehung verdankt.

Im 2. Kapitel über die „Züchtung" wird das Zuchtziel, die Zuchtleitung und Zuchtbuchführung, die Zuchtböcke, die Lämmer besprochen. Da heute im allgemeinen die Rassefrage nicht mehr die ausschlaggebende Rolle spielt sondern kombinierte Leistungszucht auch in der Schafzucht vorherrscht, stellt Verfasser dem ersten Abschnitt über die Zuchtrichtung als obersten Leitsatz

voran: „Das Schaf, welches wir züchten wollen, muß sich voll in unseren Wirtschaftsbetrieb einfügen". Von diesem Standpunkt aus wird nochmals die Züchtung der 4 großen Gruppen in den für sie bestimmten Wirtschaftsgebieten einer Betrachtung unterzogen. Anschließend — im dritten Kapitel — bringt Verfasser die „Beurteilung" des Schafes und vertritt einleitend den Standpunkt, daß auch in der Schafzucht das Leistungsprüfungswesen an Umfang gewinnen müsse. Neben einem kurzen Abschnitt über die „Bedeutung der Abstammung" behandelt das Kapitel vor allem „die Beurteilung des Schafes nach Körperform und Wolle". Es wird darauf besonders hingewiesen, daß man trotz der Betonung der Leistungszucht keineswegs die Beurteilung des Tieres nach dem Exterieur entbehren kann. Als Hilfsmittel zur Beschreibung der Woll- und Körperbeschaffenheit und des Körperbaues wird das Boniturschema und das Rechteckbeurteilungsverfahren vom Verbande Provinzialsächsischer Schafzüchter beigegeben.

Im 4. Kapitel über „Ernährung" geht Verfasser nach allgemeinen Ausführungen auf den Nährstoffbedarf und die Futterrationen jeweils für Mutterschafe, Böcke, Zucht- und Mastlämmer in Sonderabschnitten ein und gibt Fütterungsbeispiele zur Aufstellung von Futterrationen und auch praktische Fütterungsangaben. Das 5. Kapitel macht mit dem Gebiete der „Wollkunde" vertraut. Es zeigt, daß die Wollkunde erst seit dem Kriege wieder an Bedeutung gewonnen hat und daß die Wollleistungsprüfungen in den Züchtervereinigungen und in den Herden sich erst seit letzter Zeit stark ausgebreitet haben. Als Unterkapitel sind Haut und Haar, die Eigenschaften des Wollhaares, Strähnchen und Stapel und das Vließ angegliedert. Im Schlußkapitel interessiert besonders das erst in neuerer Zeit aktuell gewordene Gebiet „Leistungen des Schafes", worin der Verfasser Zucht- und Aufzucht-, Fleisch-, Woll- und Düngerleistung des Schafes eingehend bespricht. Stegen, Göttingen.

Meyer, G. Geflügelzucht. Handbuch der Landwirtschaft, V. Band. S. 336 bis 367. Berlin 1929.

Das Gebiet der Geflügelzucht ist auf einem verhältnismäßig kleinen Raum zusammengefaßt worden, gibt aber dennoch alle wissenswerten Punkte der Geflügelhaltung vortrefflich wieder. Im Kapitel über „Rentabilität und Volkswirtschaftliches" weist Verfasser besonders darauf hin, daß die Geflügelzucht — zum mindesten die Haltung zur Eiererzeugung — gewinnbringend ist und legt dieses an Hand von Ertragsberechnungen dar. Er empfiehlt als besonders rentabel Betriebe in Größen von 200—300 Hennen und mahnt aber zur Vorsicht vor Farmen mit 1000 und noch mehr Stück. Im 2. Kapitel über „Rassen und Zucht" wird ein allgemeiner Überblick über die wichtigsten Rassen gegeben. Dieses Gebiet wird verhältnismäßig kurz behandelt, doch verbietet der zur Verfügung stehende beschränkte Raum ein näheres Eingehen auf die einzelnen Rassen. Mayer vertritt den Standpunkt, daß aus dem großen Rassenwirrwarr einheitliche große Zuchtgebiete geschaffen werden müßten, womit bereits die Landwirtschaftskammern durch Anerkennung von nur wenigen Rassen den Anfang gemacht haben. In dem dann folgenden Abschnitt über die „Zucht" wird insbesondere auf die Leistungsprüfungen eingegangen. Ebenfalls die Be-

deutung der „Pflege“ in der Geflügelhaltung betont Verfasser stark und gibt im Unterabschnitt über die Stalleinrichtungen wertvolle Hinweise für die Errichtung guter Stallungen. Die Ausführungen werden durch eine Anzahl instruktiver und guter Abbildungen unterstützt. Das Gebiet der Fütterung des Geflügels wird in der Hauptsache von der praktischen Seite angefaßt. Praktische Fütterungsbeispiele werden gegeben und die verschiedenen Arten der Weich- und Trockenfütterung behandelt. Ferner wird dargelegt die Bedeutung der Futteraufnahme bei Licht zur Erzielung von Wintereiern für die neuzeitlichen Legebetriebe. Aus dem Kapitel über die Brut und über die Aufzucht ist zu ersehen, daß man im allgemeinen mehr und mehr zur Kunstbrut und zur künstlichen Aufzucht übergegangen ist. In den Grundzügen über „Mast und Verwertung“ wird gesagt, daß die Mast in Deutschland infolge des Wettbewerbs des Auslandes nur eine untergeordnete Rolle spielt, wenigstens die Herbstmast. Nutzbringender scheint dem Verfasser die Junggeflügelmast. Im großen und ganzen wird insbesondere die Hühnerhaltung besprochen, die ja auch den wichtigsten Geflügelzweig darstellt. Anschließend wird wesentlich kürzer eine Betrachtung der übrigen Geflügelarten gegeben.

Stegen, Göttingen.

Fleischmann, W. Lehrbuch für Milchwirtschaft. 7. völlig neubearbeitete Auflage, herausgegeben von H. Weigmann. Verlag von Paul Parey, Berlin SW 11. Erscheint in etwa 7 Lieferungen zu je Rm. 6,50. Lieferung 1. (Bis Juli 1930 erschienen 3 Lieferungen.)

Die Neubearbeitung des klassischen Fleischmann'schen Werkes wird in weitesten Interessentenkreisen freudig begrüßt werden, entspricht doch das Erscheinen eines den derzeitigen Stand von Wissenschaft und Praxis erfassenden Lehrbuches einem wirklichen Bedürfnis. Während in der milchwirtschaftlichen Literatur an trefflichen Spezialwerken kein Mangel besteht, machte sich ein solcher hinsichtlich eines abgerundeten, allgemein orientierenden Lehrbuchs bemerkbar. Das von Weigmann unter Mitwirkung von H. Ritter und F. Beckmann völlig neubearbeitete Werk, dessen erste Lieferungen soeben erschienen ist, soll auf etwa 48 Bogen die gesamte Milchwirtschaft behandeln und zwar vor allem die Entstehung, Gewinnung und Behandlung der Milch, ihre stoffliche Zusammensetzung, die Kleinlebewesen der Milch, die Milchverwertung, die Bereitung von Butter, Käse und sonstigen Milcherzeugnissen, sowie die volkswirtschaftliche Seite der Milchwirtschaft.

Die vorliegende erste Lieferung umfaßt: Wirtschaftliche Grundlagen der Milchwirtschaft, Geschichtliches und fast vollständig den Abschnitt: Die Kuhmilch, ihre Entstehung und ihr Wesen. Nach Form und Inhalt verspricht das im Erscheinen begriffene Lehrbuch allen Anforderungen zu entsprechen.

Vogel, Göttingen.

Derselbe, Lieferung 2.

Die 2. Lieferung des Lehrbuchs bringt den III. Abschnitt des Werkes „Die Kuhmilch, ihre Entstehung und ihr Wesen“ mit den Kapiteln über Enzyme und Vitamine zum Abschluß und enthält weiter die Abschnitte IV—VI: Milch anderer Herkunft, Gewinnung der Milch, Kleinlebewesen und ihre Umsetzungen in der Milch. Von anderen Milchen erfahren die Ziegen-, Schaf-,

Büffeln, Renntier-, Kamels-, Pferde-, Esels- und Maultiermilch, ferner die Frauenmilch eine kurze Besprechung. Der Abschnitt „Gewinnung der Milch" behandelt den anatomischen Bau der Milchdrüse und die Physiologie der Milchbildung, die Laktationsverhältnisse unter besonderer Berücksichtigung der qualitativen und zuantaliven Veränderung der Milchproduktion im Laktationsverlaufe und der sonstigen die Milchleistung beeinflussenden Faktoren unter besonderer Berücksichtigung der Einflüsse der Fütterung im allgemeinen und derjenigen spezifischer Futtermittel. Die Methodik des Handmelkens und des Maschinenmelkens und die Vorzüge und Nachteile des letzteren gegenüber dem Handmelken sind kurz erläutert. Von dem Abschnitt „Kleinlebewesen und ihre Umsetzung in der Milch" enthält die Lieferung einen wesentlichen Teil; erfreulicherweise gibt auch die Darstellung dieser für den Nichtspezialisten schwierigen Materie die Möglichkeit einer guten Orientierung und einer Aufklärung über die für die Milchhygiene wichtigsten Fragen.

Vogel-Göttingen.

Jahresbericht für Agrikultur-Chemie. 4. Folge, IX, 1926, der ganzen Reihe 69. Jahrgang, herausgegeben von Prof. Dr. F. Mach. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1929. Preis geh. 58,— Rm.

Ein neuer Band der stattlichen Reihe der allgemein be- und anerkannten Jahresberichte für Agrikulturchemie hat sich wiederum seinen Vorgängern angegliedert. In gleich guter, kurzer und einheitlicher Form bringt er wiederum die Fortschritte der agrikulturchemischen Forschung des laufenden Zeitabschnittes zur Darstellung, so daß sein Erscheinen von allen zuständigen Stellen aufs lebhafteste begrüßt werden muß, zumal in diesem Werk das einzige seiner Art in unserer Wissenschaft vorliegt und sich dasselbe schon seit langer Zeit einen unbestrittenen Platz errungen hat. Wir wünschen auch diesmal dem Werke die ihm gebührende weitgehendste Verbreitung.

E. Blanck.

Kartoffelsorten. Beschreibende Sortenkunde. Von Dr. Karl Snell, Reg.-Rat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt. Vierte, neubearbeitete Auflage. Mit 2 farbigen Tafeln und 22 Textabb. (Arbeiten des Forschungsinstituts für Kartoffelbau, Heft 5.) Berlin, Verlag von Paul Parey, Hedemannstr. 28 und 29. Steif broschiert 5,60 Rm.

Das wertvolle Buch liegt innerhalb von acht Jahren bereits in vierter Auflage vor, das beste Zeichen seines Erfolges. Jede Auflage berichtet uns von neuen Fortschritten auf dem Gebiete der Kartoffelsortenkunde und auch die vorliegende weist eine Reihe wesentlicher Änderungen auf. So ist vor allem die Einteilung der Sorten nach Staudentypen fallen gelassen, nachdem es sich gezeigt hatte, daß bei strenger Durchführung des Prinzips sich fast so viel Staudentypen wie selbständige Sorten ergaben, während die früher in einem Typ zusammengefaßten Sorten sich vorwiegend als Synonyme und Staudenauslesen der gleichen Sorte erwiesen. Es ist somit nur die Einteilung nach Knollentypen beibehalten. Die sehr eingehenden und genauen Sortenbeschreibungen erstrecken sich auf alle deutschen Sorten, die zur Zeit im Handel sind. Staudenauslesen noch im Handel befindlicher Sorten sind nicht aufgenommen. Das liegt zweifellos im Interesse der Übersichtlichkeit. Die

neue Auflage ist in vermehrtem Maße eine unentbehrliche Hilfe für jeden, der sich mit Kartoffelsorten zu beschäftigen hat.

Tornau.

Handbuch des Hülsenfruchterbaues und Futterbaues. Auf praktisch-wissenschaftlicher Grundlage unter besonderer Berücksichtigung der Pflanzenzüchtung von J. Becker, Dillingen, Saatzuchtdirektor. Mit 233 Textabb. und 1 Tafel. 670 S. Verlag von Paul Parey, Berlin SW 11, Hedemannstr. 28/29, 1929. Preis geb. 34,— RM.

Mit diesem Bande schließt der Verfasser das umfangreiche Handbuch des gesamten Pflanzenbaues in vier Bänden, das im ersten Band den Getreidebau und im zweiten Hackfrüchte und Handelspflanzen behandelt, während der schon früher erschienene vierte Band eine Darstellung des gesamten Gemüsebaues gibt. Es ist damit ein Werk von ganz außerordentlichem Umfang vollendet, das sich von anderen ähnlichen Darstellungen besonders durch die Reichhaltigkeit des verarbeiteten Materials auszeichnet. Es verdient in der Tat Bewunderung, wie es dem Verfasser möglich gewesen ist, neben seiner praktischen Tätigkeit ein derart umfassendes Werk zu bearbeiten und zum Abschluß zu bringen. Die Art der Stoffbehandlung ist im vorliegenden Band die gleiche wie bei den früheren Bänden. Jede Pflanze ist geschlossen für sich behandelt. Ein interessanter geschichtlicher Überblick macht uns zuerst mit der Entwicklung der Pflanze als Kulturpflanze vertraut. Daran schließt sich eine Darstellung ihrer heutigen volkswirtschaftlichen Bedeutung. Als Grundlage der landwirtschaftlichen Anbaumaßnahmen, die naturgemäß den Hauptteil der Darstellungen einnehmen, wird eine recht gute botanische Beschreibung der Pflanze und ihrer Varietäten gegeben. Da Verfasser Leiter eines großen Pflanzenzuchtbetriebes ist, ist es verständlich, daß er für alle wichtigeren Kulturpflanzen auch die Maßnahmen der Züchtung beschreibt und sich hier weitgehend auf eigene Erfahrungen und Beobachtungen stützen kann. Zuweilen wünschte man, daß die rein wirtschaftlichen Gesichtspunkte, die für die Eingliederung der Pflanzen in verschiedene Wirtschaftsformen bei verschiedenen natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnissen maßgebend sind, noch etwas näher besprochen wären. Allerdings wäre damit ein Eingehen auf betriebswirtschaftliche Fragen in ziemlich weitem Umfange notwendig geworden, und man kann verschiedener Ansicht sein, ob diese in ein Werk über Pflanzenbau hineingehören. Bei Darstellung des Wiesenbaues ist es in etwas größerem Umfange geschehen. Sonst werden Ackerfutterbau und Wiesen- und Weidenbau nach den gleichen Grundsätzen wie der Hülsenfruchterbau dargestellt. Wenn diese beiden Grünlandformen auch in zwei getrennten Abschnitten behandelt werden, so wird doch auf die Möglichkeit und Notwendigkeit der gegenseitigen Ergänzung und Anpassung an die besonderen gegebenen Verhältnisse eingehend hingewiesen und gezeigt, daß die beiden Formen des Futterbaues wirtschaftlich nicht getrennt betrachtet werden können. Auf Einzelheiten des umfassenden Bandes einzugehen, ist naturgemäß nicht möglich. Auch dieser Band des Handbuches wird sich sicher ebenso wie seine Vorgänger bald Freunde erwerben und zwar sowohl in Kreisen der praktischen wie theoretischen Landwirtschaft. Tornau.

Die Ermittlung des Düngerbedarfs des Bodens. Von J. König. Berlin, Verlag von Paul Parey, Hedemannstr. 28 und 29, 1929, 72 S. Preis brosch. 3,50 Rm.

Der hochverdiente Forscher, dem wir so außerordentlich viel auf dem Gebiet des Düngungswesens verdanken, gibt in der vorliegenden Schrift eine sehr dankenswerte Zusammenstellung und Würdigung der wichtigsten, vorwiegend chemischen Methoden zur Ermittlung des Düngerbedarfs des Bodens. Nachdem er als Grundlage die Verfahren zur Ermittlung des Kalkbedarfs des Bodens besprochen hat, wobei besonders die Methoden von Hissink, Gehring und Tacke näher angegeben werden, erörtert er ausführlich seine eigene Methode sowie diejenige von Lemmermann und Neubauer. Diese drei Methoden werden zugleich eingehend miteinander verglichen und auf die Beziehungen hingewiesen, die zwischen ihnen bestehen. In der zweiten Hälfte des Buches wird dann gezeigt, in welcher Weise die erhaltenen Analysenzahlen für die praktische Düngung nutzbar gemacht werden können. Die Schrift wird allen, die sich mit diesen Fragen beschäftigen, ein sehr willkommener Wegweiser sein, erhält sie doch die Erfahrungen eines reichen Lebens. Während sie allen wissenschaftlichen Stellen, Instituten und Versuchsstationen wertvolle Anregungen gibt, wird sie dem praktischen Wirtschaftsberater und Versuchsringleiter ein gern benutzter Führer sein.

Tornau.

Handbuch der Schätzungslehre für Grundbesitzungen. Von Ministerialrat Dr. W. Rothkegel. I. Band Berlin 1930, Verlag von Paul Parey. Preis geb. 25 Rm.

Der Verfasser, der auf eine 20jährige Beschäftigung mit Schätzungslehre zurückblicken kann, hat sich der Aufgabe unterzogen, ein Handbuch der Schätzungslehre zu schreiben, dessen erster Band vorliegt. Während im ersten Teil des ersten Bandes die „Theoretische Schätzungslehre" für alle Arten von Grundbesitzungen behandelt wird, befaßt sich der Verfasser im II. Teil des I. Bandes mit der praktischen Schätzungslehre landwirtschaftlicher Betriebe.

Nach der versuchten Klarstellung der wirtschaftswissenschaftlichen Grundbegriffe, die dem Verfasser bei der noch immer herrschenden Unklarheit der Begriffsbestimmungen sehr am Herzen liegt, geht er im zweiten Abschnitt des I. Teiles auf die Bestimmungsgründe des Reinertrages der landwirtschaftlichen Betriebe näher ein. Die Eigenart der landwirtschaftlichen Erzeugung bildet den Auftakt zur Behandlung des Reinertrages in seiner Abhängigkeit von Klima, Geländegestaltung, Bodenbeschaffenheit und weiter der Zusammensetzung des Landgutes, der Betriebsgröße, der inneren und äußeren Verkehrslage. Es wäre wünschenswert gewesen, wenn sich der Verfasser nicht um die neue Formulierung an sich vielfach feststehender Begriffe bemüht hätte, sondern sich in dieser Hinsicht enger an Laur gehalten hätte.

Im II. Teil wird zunächst die Bedeutung von Schätzungsrahmen für die praktische Ausführung von Schätzungen, ferner die Schätzung nach Kaufpreisen und nach dem Ertrage beleuchtet. Es folgt dann die Schätzung landwirtschaftlicher Betriebe unter Verwendung von Schätzungsrahmen. Nach einer gedrängten Darstellung der historischen Entwicklung wird besonders auf den durch den Bewertungsbeirat beim Reichsfinanzministerium aufgestellten Schätzungsrahmen (Einheitsbewertung) eingegangen und im Anschluß daran eine Schilderung weiterer bekannt gewordener Schätzungsverfahren aus der neuesten Zeit gegeben.

In den beiden letzten Kapiteln bringt der Verfasser die verschiedenen Grundsteuereinschätzungen sowie die Nutzbarmachung von Kauf- und Pachtpreisstatistiken für die Schätzung von landwirtschaftlichen Betrieben.

Reichhaltiges Karten- und Zahlenmaterial bildet den Abschluß des I. Bandes.

Wenn man auch vielfach anderer Meinung sein kann, so muß der in dem Werk zutage tretende Fortschritt in der Behandlung taxwissenschaftlicher Fragen doch begrüßt und das Buch zum Studium empfohlen werden.

Hesse-Göttingen.

Das Agrarproblem im neuen Europa von Dr. S. Strakosch. Mit 1 Karte. 404 Seiten. Berlin 1930, Verlag von Paul Parey. In Ganzleinen geb. Rm. 24,—.

Der mit scharfem kritischem Blick begabte bekannte Autor hat in einem größeren Werke zum Agrarproblem im Neuen Europa Stellung genommen. Es geschieht in drei großen Abschnitten, die sich aus der Problemstellung ergeben.

In meisterhafter Weise wird uns im ersten Abschnitt („Die Voraussetzungen") ein historischer Abriß der Entwicklung der europäischen Landwirtschaft der letzten 130 Jahre gegeben. Die treibenden Kräfte und die sich aus ihnen ergebende Entwicklung herauszumeißeln liegt dem Verfasser hier besonders am Herzen, um den zweiten Abschnitt („Die neuen Verhältnisse") verständlich zu machen. Bodenreform, Produktionskosten, Reinertrag, Lohnarbeit, Produktion und Konsum geben im wesentlichen den Inhalt dieses Teiles wieder. Er schließt die mehr oder weniger scharf durchgeführte Agrarreform im Neuen Europa und ihre Wirkungen, die verhängnisvollen Verschiebungen zwischen der Höhe der Produktionskosten, der Rentabilität und dem bäuerlichen Einkommen, ferner die nachkriegszeitlichen Errungenschaften der Landarbeiter sowie endlich die Verschiebungen in der Erzeugung und dem Verbrauch (Rußland!) im besonderen in sich. Der dritte Abschnitt hat „die Weiterentwicklung" zum Gegenstand. Voraussetzungen zu schaffen, um sie in bestimmte ökonomische Bahnen zu lenken, ist der Sinn dieses letzten Teiles. „Vorbereitende Arbeit leisten, den Ernst jener Probleme aufzuzeigen, zu deren Klärung vom landwirtschaftlichen Standpunkt beitragen", nennt es der Verfasser.

Zu der Fülle der Gedanken im einzelnen Stellung zu nehmen würde zu weit führen, kann auch nicht Aufgabe dieser Besprechung sein. Das um so weniger, als zweifellos die agrarpolitische Einstellung des Einzelnen und die besondere Kenntnis einzelner Dinge zu abweichender Stellungnahme zwingt, wie es besonders für die Kapitel der Bodenreform, der Arbeit der landwirtlichen Organisationen, der Beeinflussung u. a. m., soweit sie Deutschland betreffen, zutrifft.

Der hohe Wert des Buches liegt aber nicht allein in der Behandlung des Agrarproblems an sich, sondern nicht minder darin, daß hier eine unendliche Fülle von Material zusammengetragen und in packender Weise verarbeitet worden ist.

Möge dem Werk weiteste Verbreitung beschieden sein.

Hesse-Göttingen.

Untersuchungen des Deutschen Forschungsinstituts für Agrar- und Siedlungswesen über die zweckmäßigen Betriebsgrößen in der Landwirtschaft. Teil I: Dr. Heinrich Niehaus, „Die landwirtschaftlichen Betriebsgrößen und ihre Mischung in ihrer betriebs- und volkswirtschaftlichen Bedeutung, dargelegt an den Verhältnissen im Fürstentum Osnabrück." Teil II: Dr. Ernst Marckmann, „Das Betriebsgrößenproblem in den holsteinischen Elbmarschen unter Berücksichtigung der verschiedenen Betriebsformen" (Berichte über Landwirtschaft, Neue Folge, 13. Sonderheft, Berlin 1929). Verlag von Paul Parey, Berlin SW 11. Rm. 14,—.

Als Hauptursache der Unfruchtbarkeit der Erörterungen über das Betriebsgrößenproblem ist es anzusehen, daß man die in Deutschland in starkem Maße vorhandenen regionalen Unterschiede nicht genügend berücksichtigte. Die in jüngster Zeit unternommenen Versuche, einer Lösung des Problems durch Bearbeitung kleiner Bezirke näherzukommen sind als ein erfolgversprechendes Beginnen zu begrüßen. Bald nachdem die beachtenswerte Schrift von Henkelmann über das Betriebsgrößenproblem in der Rheinprovinz erschienen war, veröffentlichte das unter Leitung von Geheimrat Sering stehende Institut für Agrar- und Siedelungswesen die vorliegenden ersten beiden Arbeiten eines Sammelwerkes über die zweckmäßigen Betriebsgrößen in der Landwirtschaft. Das Ziel der Untersuchungen ist, die spezifischen Leistungen und Leistungsmöglichkeiten der einzelnen Betriebsgrößenkategorien in den verschiedenen Teilen Deutschlands zu ermitteln.

Niehaus behandelt das ehemalige Fürstentum Osnabrück in außerordentlich anschaulicher Weise. Er schildert, immer unter dem Gesichtswinkel des Betriebsgrößenproblems, die landwirtschaftlichen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes. Anschließend behandelt er das privatwirtschaftliche und das sozialökonomische Optimum der Betriebsgröße. Die gründliche Untersuchung ist als eine wesentliche Bereicherung des betriebs- und agrarwissenschaftlichen Schrifttums anzusehen.

Marckmann stand vor der Aufgabe, das Betriebsgrößenproblem in den holsteinischen Elbmarschen unter Berücksichtigung der verschiedenen Betriebsformen zu bearbeiten. Dort lagen, wie Sering auch in der Einleitung ausführt, ganz andere Verhältnisse vor als im Fürstentum Osnabrück. Dies brachte es mit sich, daß der Verfasser die betriebswirtschaftliche Seite stärker herausarbeiten mußte. Auch seine Arbeit ist als eine anerkennenswerte Leistung zu würdigen. Möller-Göttingen.

Bestimmungsgründe der Preise für Schlachtrinder. Von Dr. A. Hanau. Vierteljahrshefte zur Konjunkturforschung, Sonderheft 13, Verlag von Paul Parey, Berlin SW 11, Hedemannstr. 28/29 1929. Rm. 6,—.

Der durch seine Untersuchung „Die Prognose der Schweinepreise" bekannte Verfasser hat versucht, einen tieferen Einblick in die sich bei der Preisgestaltung der Schlachtrinder geltend machenden Einflüsse zu geben. Nach einem kurz gefaßten Überblick über die Entwicklung des deutschen Schlachtrindermarktes, den Stand der Inlandserzeugung und der Rindfleischeinfuhr wird zunächst auf die konjunkturstatistische Analyse der Rindviehpreise eingegangen (Saisonschwankungen und Konjunkturbewegung). Es werden dann die sich auf die Konjunkturbewegung der Rindviehpreise geltend machenden Einflüsse des

Rindfleischangebotes, des Schweinemarktes und der Industriekonjunktur eingehender behandelt, aus denen die Möglichkeiten der Voraussage abgeleitet werden. Letztere wird grundsätzlich bejaht. Jedoch sei es quantitativ noch nicht möglich, da sich einer Lösung dieser Aufgabe große Schwierigkeiten entgegenstellten. Sie werden damit begründet, daß das Rindfleischangebot das Ergebnis mehrerer sehr verschiedenartiger Erzeugungsvorgänge sei (Fleisch aus kurz- oder langfristiger Mast oder nach mehr oder weniger einseitiger Nutzung als Milch-, Zug- und Zuchtvieh). Hinzu kämen ganz allgemein die Preisverhältnisse und ihre voraussichtliche Entwicklung, der Ausfall der Futterarten, Kreditlage usw., sowie das Angebot nicht allein aus dem Zuwachs, sondern auch aus der „Substanz". Zusammenfassend wird gesagt, daß sich aus der Beobachtung der Entwicklungstendenzen im Rindviehbestand (Milchverbrauch!), des Auftriebs, der Schlachtungen sowie der Seuchen-, Ernte- und Kreditverhältnisse Anhaltspunkte für die Beurteilung des vermutlichen Angebots ergeben.

Im Anhang geht der Verfasser noch auf den Kälbermarkt ein, der eine anders geartete Würdigung als derjenige des Schlachtrindermarktes erfahren muß. Reichhaltiges Zahlenmaterial ist der Untersuchung beigefügt.

Die Arbeit ist als ein erster Anfang auf dem schwierigen Gebiete der Prognose der Rindviehpreise zu werten.

Es wäre wünschenswert gewesen, wenn sich der Verfasser die Literatur mehr, als es geschehen ist, zu Nutze gemacht hätte. Die Arbeit würde dadurch zweifellos an Wert gewonnen haben. Hesse, Göttingen.

Arbeitsbedarf und Arbeitsverteilung bei verschiedenem Anbauverhältnis der Früchte. Von Dr. R. Weber, Pommritz. (Bücherei für Landarbeitslehre, Heft 6.) Verlag von Paul Parey, Berlin 1930. Rm. 4,50.

Die Wahl des Anbauverhältnisses und der Fruchtfolge ist nicht nur eine acker- und pflanzenbauliche, sondern vor allem auch eine betriebs- und arbeitswirtschaftliche Angelegenheit. Der Verfasser will einen Weg zeigen, wie der Wirtschaftsberater und der Betriebsleiter, die beide bisher in starkem Maße gefühlsmäßig vorgingen, zahlenmäßig über die Beeinflussung des Faktors Arbeit durch etwa vorgesehene Änderung des Anbauverhältnisses Klarheit gewinnen können. Zu diesem Zwecke entwickelt er, aufbauend auf den Arbeiten Sedlmeyrs die sogenannte Bausteinmethode, bei der durch Zusammensetzen der Arbeitskurven für die Einzelfrüchte die Gesamtkurve der betreffenden Fruchtfolge aufgestellt wird.

Als Grundlage der Arbeit diente die Arbeitsbuchführung von neun mitteldeutschen Wirtschaften, die dem Verfasser zur Verfügung stehen. Unter Verwendung der gewonnenen Zahlen wird die Methode erläutert. Im zweiten Abschnitt der Schrift werden einige Fruchtfolgen hinsichtlich ihres Arbeitsbedarfes und ihrer Arbeitsverteilung untersucht. Eine Verallgemeinerung der gewonnenen Daten kann und soll selbstverständlich nicht erfolgen.

Bemerkenswert sind auch die theoretischen Erörterungen über die Arbeitskurven bei verschiedenem Anbauverhältnis. Die gewählte Methode der graphischen Darstellung ist außerordentlich instruktiv und verdient besondere Anerkennung.

Möller, Göttingen.

Die Kultur der Niederungsmoore. Von Prof. Freckmann. Heft 3 der „Neuzeitlichen Moorkultur in Einzeldarstellungen." Mit 39 Abbildungen, 95 Seiten. Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis steif broschiert 4,50 Rm.

Die vorliegende Darstellung der Kultur der Niederungsmoore schließt sich den beiden ersten Heften der Schriftenreihe in würdigster Form an. Auch hier ist ein durch seine wissenschaftlichen Arbeiten und reichen praktischen Erfahrungen anerkannter Fachmann der Verfasser, der sowohl vom wissenschaftlichen wie praktischen Standpunkt aus die Fragen der Kultur der Niederungsmoore auf beschränktem Raum kurz und klar behandelt, alles Wesentliche dabei scharf hervorhebt und Wichtiges klar von weniger Wichtigem trennt. Entsprechend der Einstellung des Verfassers, daß das Grünland auf Niederungsmoor die naturgegebene Nutzung ist und stets gegenüber der Ackernutzung das Übergewicht wahren wird, ist der Hauptteil des Buches der Wiesen- und Weidewirtschaft gewidmet. Die Art der Vorbereitung des Moores für eine Grünlandeinsaat wird eingehend erörtert und dabei besonders auf die am besten geeigneten Geräte und Maschinen hingewiesen. Wertvoll ist, daß der Verfasser nicht nur die Durchführung der einzelnen Maßnahmen schildert, sondern stets auch auf die Fehler hinweist, die in der Praxis immer noch dabei vorkommen und Mittel und Wege zu ihrer Vermeidung zeigt. In gleicher Weise wird die Anlage des Grünlandes selbst und seine weitere Bewirtschaftung behandelt, wobei besonders auf die Darstellung der Maßnahmen Wert gelegt wird, die geeignet sind, die Grünlandflächen dauernd auf der Höhe ihrer Ertragsfähigkeit zu halten. Das Buch ist in bester Weise geeignet, Interesse an der Moorkultur zu wecken und allen Beteiligten ein wertvoller Ratgeber zu sein. Tornau.

Wirtschaft und Kultur in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Von Prof. Dr. Aereboe. 40 S. Berlin, Verlag Paul Parey. Preis geh. 2,— Rm.

Die Broschüre gibt die Eindrücke wieder, die der Verfasser während eines längeren Aufenthaltes in U. S. A. im Sommer 1929 gesammelt hat. Sie bringt in ausgezeichneter Weise das ganze amerikanische Leben unserm Verständnis näher und zeigt vor allem, worin die eigentlichen Ursachen des ungeheuren Aufstiegs sowohl in politischer wie wirtschaftlicher Hinsicht liegen. Besonders eingehend beschäftigt sich der Verfasser naturgemäß mit der amerikanischen Landwirtschaft, deren Entwicklungstendenzen und Möglichkeiten er eingehend erörtert. Schließlich geht er auf die für uns besonders wichtige Frage ein, was wir von Nordamerika lernen können und kommt dabei zu dem Schluß, daß das ausschlaggebende Moment für Amerikas Überlegenheit die Menschenerziehung ist. Ausgesprochener Erwerbssinn, hohe geistige Regsamkeit, gepaart mit Selbstgefühl, aber auch Gefühl der Selbstverantwortlichkeit, gleiche Wertschätzung jeder ehrlichen Arbeit und ausgesprochener Sinn für Gemeinschaftsarbeit, in der jeder sein Bestes tut, weil er darin die beste Förderung seiner eigenen Interessen sieht, sind hervorstechende Kennzeichen des amerikanischen Menschen, die seine wirtschaftliche Hochleistung bedingen. Gerade in dieser Hinsicht fällt ein Vergleich sehr zu unseren Ungunsten aus, auch dann, wenn wir längst nicht alle Erscheinungen des amerikanischen Lebens für uns als nachahmenswert ansehen. Insbesondere dürfte die amerikanische Auffassung, daß der Sinn der Arbeit nur im Geldverdienen liegt, für uns ganz besonders unheilvoll sein. Möchte das Buch recht viele Leser und nicht nur in Kreisen der Landwirtschaft finden, die es nicht nur lesen, sondern auch den guten Willen mitbringen, daraus zu lernen. Tornau.

Deutsch-Österreichische Agrarfragen. Referate und Arbeitsberichte aus der Tätigkeit der landw. Fachausschüsse der deutsch-österreichischen und österreichisch-deutschen Arbeitsgemeinschaft in Berlin. München und Wien, Berichte über Landwirtschaft, Neue Folge, 20. Sonderheft, Berlin 1930. Verlag von Paul Parey, Berlin SW 11, Rm. 6,50.

Erstmalig haben die oben genannten Fachausschüsse der breiteren Öffentlichkeit eine Reihe von Referaten und Arbeitsberichten unterbreitet, die das Verständnis für bestimmte zum Schutz und zur Förderung der heimischen Landwirtschaft getroffene Maßnahmen fördern, vor allem aber dem gegenseitigen Interessenausgleich sowie der Anbahnung und der Durchführung gemeinsamer Aktionen über die politischen Grenzen hinweg dienen sollen. In 5 Abschnitten, denen ein Geleitwort der 3 Ausschußvorsitzenden vorangeschickt und eine Übersicht über die deutsch-österreichische Wirtschaftsfragen behandelnden Veröffentlichungen im Anhang beigefügt ist, werden allgemeine Fragen und entwicklungsgeschichtliche Zusammenhänge, Fragen der gegenseitigen Ergänzungsmöglichkeiten der Agrarproduktion und Vergleiche der Produktions- und Absatzverhältnisse, des Agrarrechts und Siedlungswesens, des landw. Bildungswesens und der Bildungsangleichung und endlich agrartechnische Fragen aus der Hand namhafter Autoren zur Darstellung gebracht.

Wenn auch mancherlei bereits durch den Gang der Ereignisse überholt ist — insbesondere trifft es für die Fragen des landw. Bildungswesens und der Bildungsangleichung zu, aber auch durch den neuen Handelsvertrag ist in einigen Punkten bereits eine neue Lage geschaffen —, so kann und wird das aufmerksame Studium der einzelnen Beiträge nicht allein orientierenden Charakter haben, sondern auch der allmählichen Überbrückung der politischen Grenzen dienen. Hesse-Göttingen.

Lehr- und Leitsätze für den landwirtschaftlichen Wirtschaftsberater. Von Dr. Max Schönberg. Berlin, Paul Parey, 1930. Rm. 4,50.

Unsere Wirtschaftsberatung steht vor einer unendlich schwierigen Aufgabe. Bestes Menschenmaterial ist gerade gut genug, im wahrsten Sinne des Wortes die **Wirtschafts**beratung auszuüben. Lehr- und Leitsätze für den Wirtschaftsberater aufzustellen, hat sich der Verfasser zur besonderen Aufgabe gemacht. In 56 scharf formulierten Abschnitten wird uns der Typus des Wirtschaftsberaters geschildert, wie er sein soll, wenn er den an ihn gestellten Anforderungen gerecht werden will. Der Verfasser zeigt sich als feiner Beobachter der menschlichen Psyche uns als Kenner der wirtschaftlichen Notwendigkeiten. Die Arbeit ist als wohlgelungen zu bezeichnen; es ist ihr weiteste Verbreitung zu wünschen. Hesse-Göttingen.

Der adsorbierende Bodenkomplex von Prof. K. K. Gedroiz, Leningrad, nach der zweiten Auflage des Originals aus dem Russischen übersetzt von Dipl. Ing. H. Kuron mit einer Einführung von Prof. Dr. Paul Ehrenberg. Sonderausgabe aus den Kolloidchemischen Beiheften. Dresden und Leipzig, Verlag von Th. Steinkopff, 1929. Preis broschiert Rm. 5.—.

Es ist durchaus dankenswert anzuerkennen, wenn beachtenswerte ausländische Literatur ins Deutsche übertragen wird, um sie einem weiteren Leserkreise leichter zugänglich zu machen. Insbesondere gilt dieses dann, wenn es

sich um das für uns aus sprachlichen Gründen so gut wie ganz verschlossene russische Schrifttum handelt. Jedoch wäre in solchen Fällen eine leicht lesbare und verständliche Form der Darstellung wünschenswert, damit der Zweck der Aufgabe auch wirklich erfüllt wird. Das ist in vorliegender Übersetzung leider nicht immer erreicht worden.

Die von Gedroiz angeschnittenen Probleme beanspruchen durchaus das Interesse der gesamten bodenkundlichen Welt, indem sie die Anfmerksamkeit auf Dinge hinlenken, die bisher noch wenig ihrem tieferen Zusammenhange nach behandelt worden sind, denn es wird von dem Verfasser versucht, eine nähere Kenntnis in den noch wenig geklärten Verhältnissen über den inneren Zusammenhang und Aufbau des Bodens zu vermitteln. Vieles dabei ist allerdings noch recht hypothetischer und spekulativer Art, aber trotzdem sehr beachtenswert und anregend für weitere theoretische und experimentelle Studien auf diesem Gebiet. Der Inhalt ist in zwei Hauptkapitel gegliedert, von denen sich das zweite besonders lehrreich erweist. Es behandelt die Natur des adsorbierenden Bodenkomplexes der vier hauptsächlichsten Bodentypen, nämlich des Tschernosem-, Solonetz-, Podsol- und Laterit-Bodens, während der erste Teil die Beschaffenheit und Natur des adsorbierenden Bodenkomplexes von allgemeinen Gesichtspunkten aus zur Darstellung bringt.

Man wird das Buch nicht ohne den Eindruck aus der Hand legen, daß hier ein Werk aus der Feder eines namhaften russischen Forschers vorliegt das von grundlegender Bedeutung für die Weiterentwicklung unserer tieferen Erkenntnis über die komplizierte Zusammensetzung des Bodens ist und das Richtlinien für die weitere Erforschung des Bodenproblems gibt. Das Studium des Buches ist allen Bodenkundlern aufs wärmste zu empfehlen, nicht aber eignet es sich für den Anfänger, der noch nicht so weit mit den einschlägigen Verhältnissen vertraut ist, um genügend kritisch abwägen zu können.

Blanck.

Die Bodenazidität nach agrikulturchemischen Gesichtspunkten dargestellt von Prof. Dr. H. Kappen, Direktor des Instituts für Chemie an der Landw. Hochschule Bonn-Poppelsdorf. Mit 35 Abbildungen u. 1 farbigen Tafel, VII 363 Seiten. Berlin 1929, Verlag Julius Springer. Preis geh. 36,— Rm., geb. 38,80 Rm.

Wenn sich ein Forscher wie Hubert Kappen dazu entschlossen hat, ein Werk wie das vorliegende der Öffentlichkeit zu übergeben, so sind wir ihm zu ganz besonderem Danke verpflichtet; denn handelt es sich hier doch nicht nur um eine gewöhnliche Zusammenstellung aller Kenntnisse über den fraglichen Gegenstand, sondern um weit mehr insofern, als der Autor aus seinem ureigensten Forschungsgebiet schöpft und seine reichen Erfahrungen auf dem Gesamtgebiet der Bodenaziditätsfrage der Mitwelt zur Verfügung stellt. In der Tat verrät denn auch das Werk auf fast jeder Seite die starke Anteilnahme des Autors an der Lösung dieser für die Landwirtschaft so außerordentlich wichtigen Frage, was allerdings auch nicht anders zu erwarten ist, da die Wissenschaft ihre heutige Tiefe und eingehende Kenntnis dieser Geschehnisse unzweifelhaft zumeist Kappen zu verdanken hat. Aber nicht nur diese Tatsache macht das Werk Kappens so wertvoll und lesenswert, sondern vor allen Dingen deswegen, weil er es uneingeschränkt verstanden hat, den oft recht schwierigen Stoff trotz aller Wissenschaftlichkeit

überaus klar zur Gestaltung zu bringen. Besonders reizvoll ist es, immer wieder verfolgen zu können, wie es ihm geglückt ist, jeden einzelnen Zweig des ganzen Problems selbständig von seinen ihm zugrundeliegenden reinwissenschaftlichen Erkenntnissen aus zu entwickeln. Nichts ist bei ihm empirisch, sondern alles rein wissenschaftlich als naturnotwendige Folge chemisch-physikalischer Gesetzmäßigkeiten erkannt und aufgebaut. Es zeigt dieses dem Leser so recht, wie es in verhältnismäßig doch so kurzer Zeit überhaupt möglich war, zum Ziele zu gelangen, nämlich nur auf Grund einer rein wissenschaftlichen Verfolgung des Problems. Gerade in dieser Beziehung erweist sich das Buch Kappens so äußerst fruchtbar, weil es dem Leser einen Einblick in die eigene Forschungsstätte gewährt und aufs deutlichste vor Augen führt, daß auch auf angewandten Wissenschaftsgebieten nur dann ein Fortschritt möglich ist, wenn das aufgeworfene Problem im steten Zusammenhang mit der grundlegenden Wissenschaft — im vorliegenden Fall der reinen Chemie — behandelt wird. Besonders innerhalb der landwirtschaftlichen Wissenschaften ist namentlich in letzterer Zeit recht häufig in dieser Beziehung gesündigt worden, indem man immer noch der Meinung ist, man könne auch rein empirisch wissenschaftliche Fragen zur Lösung bringen. Kappens Werk kann für wissenschaftliche agrikulturchemische Problemsstellung und wissenschaftliche Durchführung den Anspruch erheben, ein Schulbeispiel des Gegenteils beigebracht zu haben. Aber auch die rein praktische Ausnutzung und Verwertung der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse ist im vorliegenden Buch nicht zu kurz gekommen. Auch hier ist auf ständig wissenschaftlicher Basis der enge Zusammenhang gewahrt geblieben und läßt abermals erkennen, daß nur auf diesem Wege für die Praxis wirklich brauchbare Ergebnisse zu erreichen sind.

Das vortreffliche Werk ist jedem Agrikulturchemiker, jedem Landwirt, und hierüber hinaus, jedem, der sich irgendwie mit dem Boden zu beschäftigen hat, aufs dringendste zu empfehlen. Insbesondere wird es aber dem Studierenden ein besonderer Berater in Fragen wissenschaftlicher Methodik sein, da es in mustergültiger Weise die wissenschaftliche Erschließung eines agrikulturchemischen Wissensgebietes wiedergibt. Die Ausstattung des Buches ist, wie nicht anders beim Verlage von Julius Springer zu erwarten, eine durchaus sachgemäße und gute. Blanck.

Der Waldbau von Dr. A. Möller, weil. Prof. d. Bot., Oberforstmeister und Direktor der Forstakademie Eberswalde. 1. Band: Naturwissenschaftliche Grundlagen des Waldbaues. Nach Möllers Tode herausgegeben von Hel. Möller und Oberförster Dr. Hausendorff. Berlin 1929, Verlag von Jul. Springer. Rm. 42,—.

Ein hochinteressantes Lehrbuch, bestehend aus 31 Vorlesungen, deren 17 die Bedeutung der Pilze für das Leben des Waldes und 14 pflanzenphysiologische Grundlagen der Waldbaulehre oder des Waldbaus behandeln.

Nach Erläuterung des Wesens und der Hauptgruppen der Pilze und ihrer Bedeutung werden besonders die Bakterien näher abgehandelt, die für unseren Waldboden und für die Baumwurzeln nach erst neueren Forschungen so ungemein große Bedeutung haben, sodann die Fadenpilze, unter denen z. B. der Buchensteinlingspilz, der Kienzopf, der Hallimasch, der Laubholzkrebs, der Lärchenkrebs und die Kiefernschutte besonders wichtig sind; der Schaden des

Kiefernbaumschwamms (Trametes pini) wird durch statistische Zahlen eingehend belegt. Überall werden die Forschungen auch geschichtlich entwickelt. Die Darstellung der Pilze ist von guten, teils farbigen Bildern unterstützt. —

Der zweite Abschnitt stellt die pflanzenphysiologischen Grundlagen des Waldbaus als die „Lehre vom Waldbau" dar. (Möllers Nachfolger Professor Dr. Dengler lehrt in seinem soeben erschienenen Buch „Waldbau" diese Disziplin weiter gefaßt „auf ökologischer Grundlage".)

Wiederum von Waldbau-Geschichtlichem durchflochten, stellen 14 Vorlesungen z. B. folgende Gebiete in glänzender und anregender Behandlung dar: Der Wald als Organismus, Wurzelbildung, Stickstoffragen, Waldstreu, Ur- und Kulturwald, Einfluß der Hiebsführung, Pollenverbreitung, Pflanzengeographie.

Das Buch der Waldbaulehre unseres großen Mykologen, Botanikers und Forstmannes strömt des Verfassers feines Empfinden für die Lebenserscheinungen des Waldes aus und ist unvergänglich.

Nachtigall, Oberförster u. Dozent, Göttingen.

Der Dauerwald von Ph. Sieber, Fürstl. reuss. Forstmeister. Berlin 1928. Verlag von J. Springer. 110 Seiten.

Wie's scheint, die letzte der vielen großen Veröffentlichungen für und gegen den Dauerwald, diese Begriffs- und Sprachschöpfung des Oberforstmeisters Dr. Möller, und zwar für ihn, und man muß sagen, daß sie mit Liebe und Sorgfalt gegeben worden ist!

Der Verfasser klärt und begründet die Betriebs- und Bestandsform des Dauerwaldes als sehr erfahrener Wirtschafter in Mischwaldungen und hat auch die Literatur gründlich verfolgt. Er beleuchtet und belegt die unendliche Schöpferkraft der Natur in überzeugender Weise.

Auch die schwierige und viel angefochtene Ertragsbestimmung und Betriebseinrichtung behandelt er eingehend und vereinfacht die Methoden Biolleys und Eberbachs. Sehr belehrend sind dann die Ausführungen über die praktische Wirtschaftsführung, auch die Übergangswirtschaft wird — an Beispielen — dargestellt. Mit der Forstästhetik, insbesondere v. Salischs, der Plenterwaldungen nicht liebte, setzt sich Verf. ebenfalls auseinander.

In einem weiteren Abschnitt wird erläutert, welche Vorteile der Dauerwald hinsichtlich des Forstschutzes (besonders gegen Mensch, Insekten und Pilze) bringt, und schließlich werden Hinweise darauf gegeben, wie sehr der Dauerwald die Bienenzucht nicht nur fördern wird, sondern auch selbst durch die Bienen wirksam befruchtet wird. Im Schlußwort wird kurz ein Zukunftsbild des Dauerwaldes gegeben, wobei auch der notwendigen völligen Änderung der Bestands- und Wirtschaftskosten gedacht wird.

Nachtigall-Göttingen, Oberförster und Dozent.

Tierheilkunde und Tierzucht, Eine Enzyklopädie der praktischen Nutztierkunde. Herausgeber Stang und Wirth. Verlag Urban & Schwarzenberg.

Vor kurzem erschien der 6. Band der schon mehrfach hier besprochenen Enzyklopädie von Stang und Wirth, umfassend die Gegenstände von „Kaninchen bis Magendarmerkrankungen". Mit über 300 zum Teil farbigen Abbildungen und Tafeln reiht er sich den vorher erschienenen Bänden würdig an. Die große Zahl der Mitarbeiter bringt es mit sich, daß die einzelnen Ge-

biete nicht immer ganz gleichmäßig bearbeitet werden. In diesem Bande wird vorzugsweise der Chirurge auf seine Rechnung kommen. So gibt Pfeiffer eine schöne Darstellung der Kastrationsmethoden, Forsell eine solche der Krippensetzeroperation, Habacher sowie Schnyder teilen sich in die Bearbeitung der Klauen (einschließlich Beschlag und Beschneiden) und der Klauenkrankheiten. Hervorragende Beiträge liefert auch Altmeister Mörkeberg über Kehlkopfchirurgie, sowie Kiefer- und Kieferhöhlenerkrankungen. Man kann nur bedauern, daß dieser Autor nicht noch ein wenig ausführlicher geworden ist. Wertvoll sind auch die Aufsätze von Wilhelmi über die Kriebelmücke und von Nöller über Kokzidien. Der Tierzüchter findet eine eingehende Darstellung des Begriffes „Konstitution" aus der Feder von Kronacher und Böttger. Das „Kaninchen" ist von Nachtsheim bearbeitet und in seinen Rassen durch anschauliche Bilder dargestellt. Dagegen ist die „Katze" etwas stiefmütterlich behandelt. Bei dem „Lebertran" vermißt man eine etwas schärfere Betonung seiner Bedeutung auch als Vitamin-A-Quelle, sowie seiner verschiedentlich festgestellten Giftwirkung. Der Ausdruck „bazilläre Schweinepest" unter einer Abbildung ist nicht mehr zeitgemäß. Auch das Kapitel über das Katarrhalfieber des Rindes wäre wohl anders ausgefallen, wenn der Verfasser bei seiner Bearbeitung die Versuche von Götze und Ließ schon gekannt hätte. Im ganzen muß man aber auch den vorliegenden Band als wohlgelungen bezeichnen und kann dem vorzüglichen Gesamtwerk, das sich wie kein anderes zum Nachschlagen auf einem riesengroßen Gebiet eignet, nur eine weite Verbreitung wünschen. Schermer.

Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen, ihre Geschichte, Kultur und volkswirtschaftliche Bedeutung. Von Dr. Andreas Sprecher von Bernegg. 2. Teil: Ölpflanzen. Mit 3 Tafeln und 82 Abbildungen. Stuttgurt, Verlag F. Enke, 1929. 339 S. Preis geh. 25,— Rm., geb. 28,— Rm.

Dem 1. Teil dieses wertvollen, so sehr zeitgemäßen Werkes schließt sich der 2. Teil, der die Ölpflanzen behandelt, in würdigster Weise an. Ölbaum, eßbares Zypergras, Sesam, Erdnuß, Sojabohne, Kokospalme und Ölpalme werden in ausführlicher Weise geschichtlich, botanisch, land- und weltwirtschaftlich behandelt und dabei reichstes Tatsachenmaterial auf beschränktem Raum vermittelt. Dabei gibt der Verfasser nicht nur eine gründliche Darstellung der einzelnen Gebiete, wobei ihm seine eigene reiche Tropenerfahrung sehr zustatten kommt, sondern er nimmt weitgehend auch kritisch Sellung zu den verschiedensten Fragen, teils auf Grund persönlicher Anschauung und Kenntnis, teils an Hand gründlichen Quellenstudiums. So gibt er uns ein Bild tropischen Ölpflanzenbaues, dem sich heute nichts Gleichwertiges an die Seite stellen kann. Der stets zunehmenden Zahl junger Landwirte und Kaufleute, die heute gezwungen sind, im tropischen Ausland ihr Glück zu suchen, wird damit ein Werk mit auf den Weg gegeben, das ihnen als Lehrbuch und Nachschlagewerk unersetzlich ist. Aber auch der erfahrene Tropenpflanzer wird gern Anregung und Belehrung in dem Buche suchen, um so mehr, als es so anregend geschrieben ist, daß schon dadurch das Interesse an den behandelten Fragen geweckt wird. Deshalb möchte man es auch dem deutschen Landwirt ernstlich empfehlen, der in seiner Wirtschaft in mehr oder weniger großem Umfange die Erzeugnisse der tropischen Ölpflanzen verwertet. Ihn werden insbesondere

die sehr gut dargestellten wirtschaftlichen und weltwirtschaftlichen Fragen anziehen und ihm manche Anregung geben. Tornau.

Landwirtschaftliche Buchführungsergebnisse, 2. Teil: Auswertung der Buchführungsergebnisse, Band IV der Verhandlungen und Berichte des Unterausschusses für Landwirtschaft. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1929. Geheftet 14,20 RM., gebunden 15,60 RM.

Während die beiden bereits erschienenen Materialbände die Buchführungsergebnisse in großen Durchschnitten geben, ist es die Aufgabe des vorliegenden Bandes, durch Aufgliederung der vorliegenden Materialien unmittelbare Antwort auf eine Reihe von wichtigen Einzelfragen zu geben. Diese berühren eng das Endziel der Arbeiten des Landwirtschaftlichen Unterausschusses des Enqueteausschusses: Die Feststellung der Strukturwandlungen gegenüber der Vorkriegszeit und ihrer Ursachen, ferner der Nachweis von Mitteln und Wegen zur Besserung der Lage der Landwirtschaft und damit zur Erhöhung der landwirtschaftlichen Erzeugung.

Eine Untersuchung, die wie die vorliegende auf der statistischen Verarbeitung von Buchführungsergebnissen beruht, kann — wie auch ausdrücklich bemerkt wird — kein lückenloses Bild von der Lage der Landwirtschaft geben. Die dargebotenen Ergebnisse bereichern und vertiefen jedoch unsere Kenntnisse von der Lage der Landwirtschaft ganz außerordentlich. Entsprechend der Aufgabe des Ausschusses werden in erster Linie die Wandlungen der Betriebsverhältnisse und Betriebsergebnisse, die sich gegenüber der Vorkriegszeit durchgesetzt haben, besprochen. Auf die Lage in den Jahren 1924—1926 wird außerdem in einem besonderen Kapitel eingegangen. Es folgt die Behandlung der Hauptbetriebszweige, der sich die der Betriebsmaßnahmen anschließt. Die Preise, die Steuern, Lasten, die Schulden werden einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Von besonderem Wert ist auch der Abschnitt über die Verteilung des Gesamteinkommens (des volkswirtschaftlichen Einkommens) aus der Landwirtschaft.

Das Werk kann als unentbehrlich für den Agrarpolitiker und den Betriebswissenschaftler bezeichnet werden. Moeller, Göttingen.

Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. Herausgegeben von E. Mangold, 1. Band, Nährstoffe u. Futtermittel. Berlin 1929, Verlag von J. Springer. 575 Seiten.

Das Handbuch verdankt seine Entstehung der Erkenntnis und Überzeugung, „daß es nicht nur zeitgemäß und nützlich, sondern für den Fortschritt in der Theorie und Praxis der Tierernährung heute auch unbedingt notwendig sei, neben den zahlreichen Büchern über Fütterungslehre ein Werk zu schaffen, das die chemischen, physiologischen und biologischen Grundlagen der Fütterungslehre zusammenfassend darstellt". Man kann dieser Anschauung nur beistimmen und das Erscheinen eines umfassenden Handbuches und des Stoffwechsels unserer landwirtschaftlichen Nutztiere um so mehr begrüßen, als dadurch eine allgemein empfundene Lücke ausgefüllt wird.

Das gesamte Werk gliedert sich in vier Bände: Nährstoffe und Futtermittel, Verdauung und Ausscheidung, Stoffwechsel, Energiehaushalt und besondere Einflüsse auf Ernährung und Stoffwechsel. Der vorliegende Band

„Nährstoffe und Futtermittel" behandelt in seinem ersten, etwa die Hälfte des Bandes umfassenden Teil die physiologische Bedeutung der Ernährung und des Stoffwechsels und die in den Futtermitteln enthaltenen Nährstoffe nach ihrem Vorkommen, ihrer chemischen Struktur und ihren besonderen Eigenschaften. Die heute im Vordergrund des Interesses stehenden Vitamine finden hier eingehende Würdigung.

Die zweite Hälfte des Bandes ist der Besprechung der einzelnen Futtermittel gewidmet und zwar sind dieselben nach Herkunft, Gewinnung und Zubereitung, Nährstoffgehalt und Futterwert eingehend behandelt, wobei unter anderem den Fragen der Futterkonservierung durch Silage besondere Beachtung zuteil wurde.

Der Umfang des Bandes verbietet ein Eingehen auf Einzelheiten. Als besonders wertvoll sei das Bestreben hervorgehoben, den Leser stets mit den Ergebnissen neuester einschlägiger Arbeiten vertraut zu machen. Die den einzelnen Abschnitten jeweils beigegebenen sorgfältig zusammengestellten Literaturverzeichnisse erleichtern eine Orientierung über die einschlägige Spezialliteratur sehr. Vogel-Göttingen.

Phosphor, Phosphorsäure und Phosphate, ihre Herstellung und Verwendung von Dr. Oscar Kausch, Oberregierungsrat, Mitglied des Reichspatentamtes, mit 20 Textabbildungen. Berlin 1929, Verlag von Julius Springer. Preis in Leinen geb. 42,— Rm.

Zwar ist das vorliegende Buch in erster Linie für den Techniker und Industriellen bestimmt, insofern es diesen die Literatur und die einschlägigen Patentschriften über die Herstellung, Gewinnung und Verarbeitung des Phosphors, der Phosphorsäure und der Phosphate übermitteln soll, aber auch für den Agrikulturchemiker und Landwirt enthält das Buch sehr viel Wissenswertes, insbesondere in Hinsicht auf die Phosphorsäuredüngemittel-Industrie, indem es eine schnelle Orientierung auf diesem Gebiete erlaubt. Der Abschnitt III, der den Phosphaten gewidmet ist, unterrichtet in knapper Form und zugleich in vorzüglicher Weise über alle technischen Maßnahmen der Herstellung der verschiedensten, auch in der Landwirtschaft zur Anwendung gelangenden Phosphate, des Aufschließens der Mineralphosphate und der Verwendung der Phosphate in allen gewerblichen Zweigen. Ein Literaturverzeichnis von 20 und eine Patentlistenaufzählung von 70 Seiten Umfang vervollständigen die im Text behandelten Fragen.

Die Ausstattung des Werkes ist nach jeder Richtung hin als gut zu bezeichnen. E. Blanck.

Die genossenschaftliche Selbsthilfe der deutschen Landwirtschaft herausgegeben von Kaysenbrecht. Berlin, Deutscher Schriftverlag.

Der Verfasser hat es verstanden, in einer kurzen klar gefaßten Schrift eine Begründung des wirtschaftlichen Erfolges der dänischen Landwirtschaft zu geben. Das Geheimnis des Erfolges liegt nach der Darstellung des Verfassers in der vorbildlich aufgezogenen „Vergenossenschaftung", die Dänemark in erster Linie der besonderen Förderung der geistigen Schulung der Landwirtschaft verdankt. Aufbau und Handhabung des dänischen Genossenschaftswesens können Wegweiser für unsere deutschen Bestrebungen sein. Aus

diesem Grunde kann die Verbreitung der Schrift nicht dringend genug empfohlen werden. Hesse-Göttingen.

Standardisierung, Rationalisierung, Landwirtschaft-Werbewerk. Von Dr. Richard Kaysenbrecht. Berlin 1929, Standardverlag. 38 Seiten.

Nach einer Einführung über die wichtigsten Ursachen und Wirkungen der Agrarkrise behandelt der Verfasser 3 brennende Zeitfragen: Standardisierung, Rationalisierung und Werbewerk der Landwirtschaft. Durch das Heft zieht sich der richtige Leitgedanke, daß es die wichtigste Aufgabe ist, die deutsche Landwirtschaft ebenso wie die deutsche Verbraucherschaft zu erziehen. Die Erziehungsarbeiten am Landwirt sollen stärker als bisher die Genossenschaften durchführen, die Beeinflussung der Verbraucher wird durch eine großzügige Reklame versucht werden müssen, wie sie zum Beispiel vom Reichsmilchausschuß schon aufgezogen und mit Erfolg durchgeführt wurde.

Die kleine Schrift ist flüssig und leicht verständlich geschrieben, ohne in den Fehler der Oberflächlichkeit zu verfallen. Sie wird sicher dazu beitragen die Gedanken der Rationalisierung, Standardisierung und Reklame in weitere Kreise zu bringen. Möller-Göttingen.

Die neuzeitliche Umstellung der überseeischen Getreideproduktion und ihr Einfluß auf den Weltmarkt. Von N. Jasny. Vierteljahrshefte zur Konjunkturforschung, Sonderheft 16, Berlin 1930.

In einer Zeit, in der die deutsche Landwirtschaft in ihrem Existenzkampf nach Mitteln und Wegen sucht, der drohenden Gefahr weiterer Verelendung zu entrücken, muß man dankbar sein, wenn von geeigneter Hand zur Aufhellung der Umwelt der heimischen Agrarerzeugung beigetragen wird. Ohne tiefgründige Kenntnis der vom Weltmarkt her sich auf unsere Erzeugung geltend machenden Einflüsse wird man schwerlich Abwehrmaßnahmen von nachhaltiger Wirkung treffen können, ebensowenig wie man den Einflüssen in der Organisationsform der Landgutswirtschaft und der laufenden Betriebsführung gebührend Rechnung tragen kann. Die genaue Kenntnis der „ökonomischen Umwelt" im weitesten Sinne ist daher von einschneidender Bedeutung für den Gesundungsprozeß unserer deutschen Landwirtschaft.

Sehr begrüßenswert ist es deshalb, wenn der Verfasser die Entwicklungstendenzen der überseeischen Getreideproduktion in Verbindung mit ihrem Einfluß auf die Gestaltung des Weltmarktes klarzustellen versucht und klarstellt.

Eindeutig wird zunächst die zunehmende Senkung der Produktionskosten, die zwar mehr oder weniger über denjenigen der Vorkriegsjahre liegen, mit Hilfe steigender Verwendungsmöglichkeiten von Traktor und Mähdrescher bewiesen. Je mehr sich die Kombination Traktor-Mähdrescher durchsetzt, um so weiter senkt sich die untere Grenze der Erzeugungskosten. Hand in Hand damit geht nicht allein eine Steigerung der Erzeugungsmengen. Sie vollzieht sich auch ohne zusätzlichen Bedarf an Arbeitskräften. Mit anderen Worten: es steigt die Erzeugungsmenge je Arbeitskraft. Das ist aber gleichbedeutend mit einer Erweiterung der Anbauflächen, nicht gleichbedeutend mit einer Aufwandssteigerung je Flächeneinheit. Denn die in der Übersee zur Tatsache gewordene Senkung der Erzeugungskosten wird als ein erfolg-

versprechender Kampf der „extensiven" Landwirtschaft gegen die „intensive" angesehen. Und zwar gilt das von allen Überseeländern.

Auch aus einem anderen Grunde ist mit einer Steigerung der Erzeugungsmengen je Arbeitskraft zu rechnen. Die Fortschritte der Saatzucht, insbesondere auf dem Gebiete der frühreifenden Weizensorten tragen nicht allein zur weiteren Ausdehnung des Weizenbaues, z. B. im Norden und Westen Kanadas, bei, sondern bringen auch durchweg höhere Hektar-Erträge. In gleicher Richtung wirkt auch die im Gegensatz zu Westeuropa zunehmende Brache, die in den Trockengebieten als unentbehrlich angesehen wird und die in ihrer Bedeutung als wassererhaltender und aufspeichernder Faktor erheblich zur Sicherung und vielleicht auch zur Erhöhung der Hektarerträge beiträgt.

Allerdings ist dabei zu erwähnen, daß im ganzen gesehen in Kanada entgegen Argentinien und Australien der Vorkriegszeit gegenüber geringere Hektarerträge vorliegen, während in den Vereinigten Staaten bisher keine nennenswerten Änderungen eingetreten sind. Wenn nun aber trotzdem vergleichsweise höhere Exportüberschüsse vorliegen, so ist dieses einmal auf den auch in Deutschland vorhandenen Rückgang des Brotkonsums und zum anderen auf den geringeren Bedarf an Futtergetreide (Traktoren, rationellere Fütterungsweise!) zurückzuführen.

Um die Überschüsse trotz aller Schwierigkeiten mit Gewinn abzusetzen, wird vor allem — abgesehen vom Angebot fein abgestufter Ware (Preiszulagen für hochwertige Produkte, Prämien für den Proteingehalt!) — mit Eifer an der Senkung der Verteilungskosten einschließlich der Transportkosten gearbeitet (Zusammenschlußbewegung, Pool).

Des weiteren wendet sich der Verfasser der ebenfalls wichtigen Frage der Bodenreserven für den Getreidebau zu. Er kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß zwar überall noch mehr oder weniger große Bodenreserven vorliegen, die zum Teil Neuland sind, zum Teil aber anderen Kulturarten (Wiesen und Weiden) entstammen. Für die gegenwärtige Lage könne man aber hieraus keine besonderen Schlußfolgerungen ziehen; entscheidend sei deren Verhältnis zu der voraussichtlichen Steigerung des Bodenbedarfs. Auf alle Fälle liegt augenblicklich ein Überangebot an Land vor, da der Konsum mit der Vergrößerung der Getreideanbauflächen auch Schritt gehalten hat. Da aber auch Neuland mit weit geringeren Unkosten und schneller als früher urbar gemacht werden kann, so hat sich trotz des Wegfalls des russischen Exports und der vergleichweise geringeren Ausfuhrüberschüsse aus den Donauländern zum Teil ein absoluter (in Dollar), zum Teil ein relativer Rückgang der Bodenpreise (in Warenwerten ausgedrückt) ergeben. Eine Ausnahme bildet Argentinen. Hier weisen jedenfalls die Pachtzinsen den Vorkriegsjahren gegenüber eine erhebliche Steigerung auf. Als Grund werden die Steigerung der Hektarerträge, die Rentabilität der Viehhaltung und des Leinbaues sowie der weit weniger anspruchsvollen Pächter und Arbeiter als der Nordamerikaner angegeben.

Nachdem in einem besonderen Abschnitt noch die Frage der Produktionskosten behandelt ist, wendet sich der Verfasser der Entwicklung der Produktion zu. Es würde zu weit führen, wollten wir hierauf im einzelnen näher eingehen. Erwähnt sei nur, daß im Vergleich zur Vorkriegszeit bis auf

den Mais durchweg höhere Getreideflächen vorliegen und daß im Verlauf der Jahre je nach den Preisverhältnissen Verschiebungen im Anbauverhältnis vorgenommen sind. Aber auch innerhalb der verschiedenen Staaten und Länder haben sich zurzeit erhebliche Veränderungen im Anbauverhältnis vollzogen.

Im Schlußkapital wird dann endlich auf die Frage der Auswirkung der Wandlungen im überseeischen Getreidebau auf den Getreideweltmarkt näher eingegangen. Der Verfasser kommt zu dem Ergebnis, daß eine Belieferung des Weltmarktes zu unter dem Realwert der Vorkriegszeit liegenden Preisen möglich war und daß auf Grund der vorliegenden Tatsachen mit einer neuen Verschärfung der überseeischen Konkurrenz gerechnet werden muß.

Die Abhandlung verdient eine sehr ernsthafte Beachtung. Man möchte ihr weiteste Verbreitung wünschen. Ihr Studium kann nicht dringend genug empfohlen werden. Hesse-Göttingen.

Bestimmungstabellen für Gräser und Hülsenfrüchte im blütenlosen Zustande. Von Prof. Dr. E. Henning, Stockholm. Ins Deutsche übertragen von F. v. Meißner. Mit einem Vorwort von A. Elofson. Mit 2 Abb., 7 Tafeln, 40 Seiten. Berlin 1930, Verlag von Julius Springer. Preis 2,80 Rm.

Trotzdem in Deutschland in letzter Zeit mehrere derartige Bestimmungstabellen für Gräser erschienen sind, wie z. B. die von C. A. Weber oder H. Schindler wird man doch die Veröffentlichung des verdienstvollen schwedischen Forschers freudig begrüßen, um so mehr, als sie sich nicht auf die Gräser beschränkt, sondern zum ersten Male auch die Hülsenfrüchte in einen derartigen Bestimmungsschlüssel einschließt. Die wichtigsten Merkmale, auf die es bei der Bestimmung ankommt, werden zuerst kurz aber klar und ausreichend beschrieben. Die eigentliche Bestimmungstabelle enthält dann in sehr übersichtlicher Form eine genaue Angabe der einzelnen Erkennungsmerkmale. Ihre Benutzung ist bei leidlicher Kenntnis der grundlegenden Tatsachen ohne weitere Vorbildung möglich und gewährleistet nach einiger Übung eine recht zuverlässige Bestimmung der einzelnen Gräser und Hülsenfrüchte. Im ganzen sind 74 Gräser und 41 Hülsenfrüchte angegeben, so daß die wichtigeren Formen, die auf unseren Wiesen und Weiden vorkommen, erfaßt sind. Für den Anfänger kann es störend wirken, daß der Verfasser in einzelnen Fällen von der in Deutschland üblichen Nomenklatur abweicht. Tornau.

Die Erkennung der Feld-, Wiesen- und Weide-Ungräser unter Berücksichtigung ihrer Blütenstände. Zum Gebrauch für berufstätige Landwirte bearbeitet von Dr. M. Hollrung, a. o. Prof. am Institut für Pflanzenbau der Universität Halle a. S. 144 S., 69 Textabb. Berlin, Verlag J. Springer, 1930. Preis geh. 9,60 Rm.

In letzter Zeit sind eine Reihe von Büchern zum Bestimmen der Gräser erschienen, die sich durchweg mehr oder weniger der von Strecker gegebenen Einteilung anschlossen. Hollrung bemängelt daran, daß die Gruppe der Rispengräser zu umfangreich und unübersichtlich ist. Er gibt deshalb eine neue Einteilung nach dem Blütenstande und geht dabei von der einfachen Traube aus. Durch Verkürzung bezw. Schwund der Ährchenbestielung erhält er dann Scheinähre und Ähre, andererseits durch weitere Verzweigung der Ährchenbestielung die Doppeltraube und schließlich die echte Rispe, die durch

Abästungen dritter und höherer Ordnung charakterisiert wird. So kommt er schließlich zu neun Gruppen. In der Tat wird durch diese Einteilung ein sehr viel tieferer Einblick in den Bau der Blütenstände vermittelt, als er bisher üblich war, und die Bestimmung insbesondere mancher Rispengräser wird dadurch wesentlich erleichtert. Der Vorschlag der Neueinteilung der Gräser erscheint deshalb sehr erwägenswert, trotzdem die Bestimmung der Blütenstandsform in einzelnen Fällen gewisse Schwierigkeiten bereitet, z. B. Festuca elatior, Bromus sterilis, Briza media. Die alte Einteilung hatte zwar den Vorteil größerer Einfachheit, machte aber zur sicheren Trennung mancher Arten eine sehr weitgehende Heranziehung sonstiger Merkmale nötig, die nach der Hollrungschen Einteilung gewisse Einschränkungen erfahren können. Im Anschluß an einen Bestimmungsschlüssel gibt der Verfasser eine Beschreibung aller Gräsergattungen, die in Deutschland für den Landwirt irgendwie in Betracht kommen. Dabei beschränkt er sich nicht nur auf die Ungräser, sondern behandelt auch die guten Arten. Für die Mehrzahl der Pflanzen werden Blütenstandsdiagramme beigefügt, die ein gutes Bild des Aufbaues der Blütenstände vermitteln. Zugleich nimmt der Verfasser auch zur Gattungseinteilung der Gräser Stellung und trennt z. B. den Goldhafer als Trisetum wieder von der Gattung Avena ab, mit der er in letzter Zeit eigentlich regelmäßig vereinigt wurde. In diesem besonderen Falle wird wohl eine Meinungsverschiedenheit immer bestehen, während man mit den übrigen sonst vorgenommenen Gattungsabgrenzungen wohl einverstanden sein kann. Erwünscht wäre auch eine Einigung auf bestimmte Gattungsnamen, damit die sehr häufigen Doppelbezeichnungen aufhören, von denen Verfasser 15 Fälle anführt. Im allgemeinen dürfte heute eine Klärung des vorliegenden Tatsachenmaterials soweit erreicht sein, daß eine Einigung möglich erscheint. Das Buch muß im ganzen als eine wertvolle Bereicherung unserer Gräserkenntnis sehr begrüßt werden. Tornau.

Die agrarischen Umwälzungen im außerrussischen Osteuropa. Von Sering. (Untersuchungen des deutschen Forschungsinstituts für Agrar- und Siedlungswesen, Abteilung Berlin.) Berlin und Leipzig, Walter de Gruyter & Co., 1930. Preis 24 Rm.

In einem größeren Sammelwerk ist aus dem Deutschen Forschungsinstitut für Agrar- und Siedlungswesen, Abt. Berlin, erstmalig Wesen und Wirkungen der Agrarreformen Osteuropas mit Ausnahme von Rußland zur Darstellung gebracht. Von verschiedenen sachkundigen Autoren werden Finnland, Estland, Lettland, Litauen, Polen, Tschechoslowakei, Österreich, Ungarn, Jugoslavien und Griechenland behandelt. Die Einleitung des Werkes, die sich allgemein mit der geschichtlich überkommenen Agrarverfassung befaßt und weiter eine Übersicht über die Reformgesetzgebung und ihre Wirkungen gibt, hat Max Sering geschrieben, der wie kein anderer berufen ist, zu den zum Teil gewaltigen Agrarrevolutionen der Nachkriegszeit Stellung zu nehmen.

In drei Abschnitten geht der Verfasser zunächst auf die wirtschaftlichen, sozialen und ethnographischen Verhältnisse in den verschiedenen Ländern ein Der zweite Abschnitt ist den nationalistischen Zielen der Agrarreformen, die vielfach (mehr oder weniger ausgenommen Finnland, Österreich, Ungarn, Bulgarien, Griechenland) weitgehend Form und Inhalt der Agrarreform-Gesetz-

gebung bestimmen, und die zum Teil sogar in denkbar kurzsichtiger Weise (Verschärfung der nationalen Gegensätze!) den wirtschaftlichen, nicht aber den sozialen Zielen übergeordnet sind, sowie den durch die Gesetzgebung hervorgerufenen Wirkungen gewidmet. Letztere finden auch im dritten Abschnitt (Das Recht der Minderheiten) ihren Niederschlag, in dem besonders die Wirkungen der ungenügenden Wahrnehmung des Minderheitsschutzes Beachtung verdienen.

Es würde zu weit führen, wenn wir im einzelnen auf die Verhältnisse näher eingehen wollten. Ebenso müssen wir es uns versagen, die ganz verschiedenartigen Formen und Wirkungen der Agrargesetzgebung in den einzelnen Ländern zusammenfassend wiederzugeben.

Wie schon so oft, so müssen wir auch in diesem Falle Max Sering besonderen Dank wissen, daß er und sein Stab von Mitarbeitern nicht allein ein wichtiges Kapitel Agrargeschichte der Öffentlichkeit unterbreitet, sondern auch in vortrefflicher Weise die Wirkungen gekennzeichnet haben, die aus der Agrargesetzgebung der verschiedenen Länder resultieren, die besonders zu beachten die deutsche Landwirtschaft sich angelegen sein lassen muß. Daß auch die deutsche Gesetzgebung aus den jenseits unserer Grenzen gemachten grundlegenden Fehlern lernen, sie vermeiden muß, sei nur nebenbei bemerkt. Das Studium des Werkes kann nicht dringend genug empfohlen werden.

Hesse, Göttingen.

Die Abschätzung bei der Enteignung von Landgütern und Landgutsteilen. Von Diplomlandwirt Dr. Karl Eickschen, Privatdozent für Landw. Betriebslehre an der Universität Halle. Leipzig, Verlag Dr. Max Jänecke, 1930. 134 S. Preis 6 Rm.

Der Verfasser hat sich der sehr begrüßenswerten Aufgabe unterzogen, eine bisher bestehende Lücke in der Enteignungsliteratur auszufüllen. Zunehmende Verkehrsdichte, Ausbau des Wasserstraßennetzes, des Strom- und Nachrichtennetzes, Erschließung von Bodenschätzen, Erweiterung der Stadtbaupläne usw. haben in stetig steigendem Umfange zur Enteignung von Landgütern und Landgutsteilen geführt, deren wertmäßige Erfassung in der Hand nicht immer sehr geeigneter, zum Teil völlig ungeeigneter Taxatoren liegt.

Ein Vorgehen nach einheitlichen Richtlinien gab es bisher nicht. Vielmehr ist man je nach der geographischen Lage oder nach den besonders gelagerten Fällen oder auch je nach dem Taxator verschieden vorgegangen und damit oft zu stark voneinander abweichenden Ergebnissen in der Bewertung der einzelnen Objekte gekommen.

Hier setzt nun die Arbeit von Eickschen ein. Sie hat den besonderen Vorzug, daß sie eine Fülle von Enteignungsakten verarbeitet, eine Gruppierung der Ergebnisse der Einzelbeurteilungen vorgenommen, sie kritisch beleuchtet und die entsprechenden Schlußfolgerungen im Sinne einer möglichst einheitlichen Taxe gezogen hat.

Ausgangspunkt der Arbeit sind die rechtlichen Grundlagen der Abschätzung der Enteignungen (Preuß. Enteignungsgesetz vom 11. 6. 1874) und eine Reihe von Spezialgesetzen. Sie sind es, die den Rahmen für die Entschädigung abgeben, die aber über die Durchführung der Schätzungen keine besonderen Vorschriften enthalten. Sie ist vielmehr den Gutachtern frei-

gestellt. Die mannigfachen Schätzungsmethoden finden also nicht zum letzten in diesem Mangel ihren Grund.

Seiner eigentlichen Aufgabe der Abschätzungen bei der Enteignung von Landgütern, selbständigen Grundstücken, Landguts- und Grundstücksteilen, der indirekten schädlichen Einwirkungen, sowie der Abschätzung für die Entziehung des Bodens zur Nutzung nach dem Bodengesetz und der Entschädigung für die Entziehung von Rechten schickt der Verfasser ein Kapitel über die Grundlagen der Kapital- und Ertragstaxe voraus. Grundsätzlich entscheidet sich der Verfasser zunächst in der Frage der Kapital- oder Ertragstaxe bei Enteignungen für die erstere, trotzdem bisher nur in relativ geringem Umfang die Kapitaltaxe bei Enteignungen Anwendung gefunden hat. Die Ertragstaxe soll nur ein Notbehelf sein. Wenn die gleichzeitige Benutzung der Kapital- und Ertragstaxe für die Erlangung eines möglichst objektiven Wertes im allgemeinen auch als glücklich angesehen wird, so legt er sich bei Enteignungen doch nicht darauf fest, da „die im Rahmen einer objektiven Kapitaltaxe mögliche geringe Überbewertung durchaus dem Sinne des Gesetzes entspreche".

Wir stimmen in der Beweisführung bezüglich der grundsätzlichen Fragen der Kapital- und Ertragstaxe nicht in allen Punkten dem Verfasser bei.

Wenn der Verfasser sich so stark für die Kapitaltaxe einsetzt, so muß dem doch unter den heutigen Verhältnissen entgegengehalten werden, daß die Kaufpreise um so weniger den tatsächlichen Wert der Objekte widerspiegeln können, je größer der Zwangscharakter der Eigentumsübertragungen ist.

Es handelt sich hierbei u. E. auch nicht um mehr oder weniger abgeschwächte Preise, wie wir sie in Krisenzeiten immer vorfinden; vielmehr glauben wir auch unter der zunehmenden Verkehrsdichte im weitesten Sinne des Wortes an eine immer größere Nivellierung der Kaufpreise. Das bedeutet aber gerade für unsere dichtbevölkerten Gebiete in ihrer Eigenschaft als Konsumzentren eine sinkende Tendenz der Werte (von Baugelände natürlich abgesehen), während mit steigender Erschließung der großen Produktionszentren (Überschußgebiete) in der Tendenz eine Erhöhung der Werte einsetzen muß. Die durch die Krise (die nebenbei bemerkt u. E. als Kapitalkrise anders zu werten ist als es durch den Verfasser geschieht) ausgelösten Erscheinungen des Verlustes des objektiven Wertes der Objekte werden also in gewisser Hinsicht durch Einflüsse anderer Art bis zu einem gewissen Grade wieder kompensiert. Dementsprechend können wir auch der Vergleichsbasis für die Bewertung nicht ganz zustimmen. — Dasselbe gilt von der Beweisführung der Ertragstaxe, die u. E. bei entsprechendem und möglichem Ausbau — wenn auch nicht so sehr bei Enteignungen — keineswegs mit größer Fehlern als die Kapitaltaxe behaftet ist. Wir stehen sogar auf dem Standpunkt, daß sie im allgemeinen heute der Kapitaltaxe um so mehr überlegen ist, je feinmaschiger das Netz unserer ökonomischen Kenntnisse der einzelnen Gegenden und der Objekte (Buchführung) selbst ist. Doch davon von einigen anderen Punkten abgesehen, müssen wir dem Verfasser sonst durchaus in seinen Ausführungen beipflichten.

Auf die weiteren Kapitel einzugehen, die sich, wie erwähnt, mit der Abschätzung selbst befassen, würde zu weit führen. Sie geben den von der

Enteignung betroffenen Betriebsleitern und den Sachverständigen nicht allein eine Fülle von praktischen Anregungen, sondern — und das ist das Wesentliche — bringen auch die Methoden, nach denen nunmehr entgegen den bisherigen Gepflogenheiten einheitlich vorgegangen werden kann und muß. Gewiß bedürfen die Methoden noch der weiteren Ergänzung, aber die feste Grundlage ist gegeben. Hierin liegt das besondere Verdienst des Verfassers. Der geschickt und klar geschriebenen Arbeit ist weiteste Verbreitung zu wünschen. Hesse, Göttingen.

Silofibel. Grundsätze einer zeitgemäßen Grünfutterkonservierung in Frage und Antwort mit besonderer Berücksichtigung der bäuerlichen Betriebe. Von Regierungsrat L. F. Kuchler. Mit 112 Bildern, graphischen Darstellungen und 3 Tabellen, 179 S. Freising-München, Verlag Dr. F. P. Datterer & Cie, Preis brosch. 3,50 Rm.

Die Erkenntnis von der großen Bedeutung der Silofrage hat sich allmählich in der Landwirtschaft allgemein durchgesetzt. Wenn die praktischen Auswirkungen nicht größer sind, liegt die Ursache in der allgemeinen Notlage der Landwirtschaft, die auch die Durchführung an sich als richtig erkannter Maßnahmen häufig unmöglich macht. Nicht verschwiegen darf aber werden, daß das Angebot der verschiedensten Silobauarten vielfach in der Praxis ein Gefühl der Unsicherheit bedingt und häufig den Eindruck erweckt hat, als sei die Bauart die Hauptsache, was zweifellos nicht zur Förderung des Silogedankens gedient hat. Auch die wechselnden Anschauungen, die hinsichtlich des Wertes der einzelnen Systeme und der verschiedenen Arten der Vergärung in der Literatur auftraten, haben die Praxis wohl vielfach zu abwartender Haltung bestimmt. Deshalb ist es zu begrüßen, daß der Verfasser es unternimmt, in einfacher und klarer Weise zu zeigen, daß die wichtigsten Fragen der Grünfutterkonservierung heute, soweit die rein praktischen Bedürfnisse in Betracht kommen, als gelöst gelten können und ein Grund zum Mißtrauen nicht mehr vorliegt. In sehr anschaulicher Weise, für die er die Form der Frage und Antwort wählt, geht er auf alle praktischen Fragen der Silowirtschaft ein und behandelt nacheinander die Entstehung der Silofrage überhaupt, die Eignung der verschiedenen Futterpflanzen, die Art der Konservierung, die Bauart des Silos, die Entnahme und Verwertung des Futters, sowie die betriebswirtschaftlichen Fragen, die sich aus dem Übergang zur Silowirtschaft ergeben. Das Buch ist in gleicher Weise für den großen wie den kleinen Landwirt geschrieben und nimmt besondere Rücksicht auf die Verhältnisse, wie sie in unseren Bauernwirtschaften liegen. Die außerordentliche Erfahrung, über die der Verfasser als Leiter des Siloringes Bayern verfügt, ist in bester Weise in der Schrift verwertet und läßt sie als einen vorzüglichen Ratgeber für unsere Landwirte in allen Silofragen erscheinen. Man möchte dem Buch deshalb die weiteste Verbreitung wünschen. Tornau.

The formation of spring and summer wood in ash and Douglas fir. By Dr. L. Chalk. Imperial Forestry Institute, Oxford, 1930.

Als Heft 10 der Oxford Forestry Memoirs sind Untersuchungen veröffentlicht über: „Die Bildung von Frühjahrs- und Sommerholz bei Eiche und Douglasfichte.“ Diese beiden Bäume gehören zu den Holz-

arten, bei denen man das Früh- und das Spätholz besonders gut unterscheiden kann. Da diese Holzverschiedenheit auch die Holzgüte sehr beeinflußt, sind schon mehrfach nähere Untersuchungen vorgenommen, aber „Geheimnisvoll am lichten Tag..." — viel Rätselhaftes ist geblieben. Chalks Untersuchungen erstreckten sich auf: I. Die Entwicklung des Jahrringes während der Vegetationsperiode: Die Abhängigkeit von äußeren Bedingungen bei beiden Holzarten konnte nicht gezeigt werden. Daher befassen sich in Teil II und III genauere Methoden nur mit dem Douglasienholz, und zwar mit der Wirkung klimatischer Bedingungen und derjenigen der Kronengröße (am stehenden und liegenden Stamm), der Stammanalyse und der Bestimmung des spezifischen Gewichts werden im Anhang erläutert. Gute Fotos (150fach) zeigen die Bildung der Tracheiden, bezw. Gefäße in den verschiedenen Monaten (nur Querschnitt). In vielen Tabellen und graphischen Darstellungen sind die Einzelergebnisse und näheren Umstände gut dargestellt. Die Ergebnisse sind sehr belehrend, jedoch dürften sie nicht voll beweiskräftig sein, da sie nur von 4 Stämmen herrühren, und zwar von herrschenden, mittleren und unterdrückten. An diesen Stämmen sind die Beziehungen zu Temperatur, Regenmenge, Kronengröße, Blattausbruch usw. statistisch festgestellt, eine wissenschaftliche Arbeit, deren Mühe, Scharfsinn und Bedeutung hoch eingeschätzt werden muß. Von 41 benutzten Veröffentlichungen stammen fast die Hälfte aus der Feder deutscher Forstleute und Botaniker.

Die Wirkung der Niederschläge auf den Durchmesserzuwachs ist zwar augenscheinlich, jedoch nicht so sehr, wie ich dies bezüglich des Höhenzuwachses im Jahre 1913 (in jungen Fichtenbeständen) zeigen konnte (Forstw. Centralblatt 1916). Oberförster Nachtigall-Göttingen.

Handbuch der Moorkunde. Herausgegeben von K. v. Bülow. Bd. 1, Allgemeine Moorgeologie, Einführung in das Gesamtgebiet der Moorkunde von Kurt v. Bülow mit 12 Tafeln und 95 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Gebrüder Borntträger, 1920, geh. Subskriptionspreis 23 Rm., Einzelpreis 30 Rm.

Mit vorliegendem Bande liegt der erste des 10 Bände umfassenden Handbuches der Moorkunde vor. Es wird im ersten Bande der Versuch einer Darstellung der Moorkunde vom geologischen Standpunkte aus gemacht, hergeleitet aus dem Gesichtspunkt, daß die Geologie im weitesten Sinne nicht nur die Schichtfolgen und Altersbezeichnungen, sondern auch Mineralogie und Petrographie, Petrogenese und Paläontologie des Moores umfaßt. Damit wird das gesamte Moorphänomen unter einheitlich geologischem Gesichtswinkel betrachtet, jedoch schließt dieses durchaus nicht aus, daß der Landwirt aus dem reichen Inhalt für seine Zwecke viel des Wissenswerten entnehmen kann. In der Tat findet er hier alles, was ihm für die wissenschaftliche Beurteilung der Moore als Grundlage für praktische Anwendung notwendig ist.

Der Stoff des ersten Bandes ist gegliedert in: 1. Petrographie und Mineralogie der Moore. Hier werden alle Arten des Torfes und der Mudden, ihre mineralischen und pflanzlichen Bestandteile besprochen. 2. Petrogenese: sie bringt die Entstehung der Moorgesteine und -mineralien, also der Bedingungen und den Hergang der Bildung und Umbildung der unter 1 genannten Ab-

lagerungen. 3. Die Bildungsstätten von Torfen und Mudden, d. h. eine Geographie der Moore. 4. Stratigraphie und Morphologie der Moore. Schichtfolgen und Oberflächenformen werden in ihrer Abhängigkeit von den Bildungsstätten dargestellt. 5. Die Paläogeographische Bedeutung der Moore. 6. Die Grundlagen der angewandten Moorgeologie und 7. Methoden der geologischen Mooruntersuchung. Das Werk zeichnet sich durch eine klare Ausdrucksweise und durch eine nicht zu sehr ins einzelne gehende Darstellung aus, so daß trotz tiefer Kenntnis doch nicht eine Überfülle von einschlägigem Material behandelt wird. Gerade durch diese zweckentsprechende Behandlungsweise des Stoffes gewinnt die Übersichtlichkeit des gesamten Inhaltes sehr. Die Ausstattung des Werkes ist eine durchaus gute. Blanck.

Handbuch der Bodenlehre, herausgegeben von Prof. Dr. E. Blanck, II. Band. Die Verwitterungslehre und ihre klimatologischen Grundlagen, bearbeitet von Prof. Dr. E. Blanck-Göttingen, Prof. Dr. K. Knoch-Berlin, Dr. K. Rehhorst-Breslau, Prof. Dr. G. Schellenberg-Göttingen, Prof. Dr. J. Schubert-Eberswalde, Dr. E. Wasmund-Langenargen (Bodensee). Mit 50 Abbildungen, 314 S. (Berlin, Verlag von Julius Springer), 1929, geb. 32 Rm.

In Fortsetzung des 1. Bandes des Handbuches wird die Klimalehre und die Klimaänderung als naturwissenschaftliche Grundlage zur Beurteilung der Bodenbildungsvorgänge in Beiträgen von Knoch, Schubert, Wasmund und Schellenberg behandelt. Dieses Kapitel bringt einleitend eine Besprechung der Klimafaktoren und Übersicht der Klimazonen der Erde von Knoch. In vortrefflicher Weise werden hier die für bodenkundliche Belange notwendigen Grundlagen der Klimakunde skizziert, während im 2. Unterabschnitt die Klimate der Erde abgehandelt werden, nachdem die verschiedenen Versuche der Klimagliederungen von Knoch in übersichtlicher Form zusammengestellt worden sind. Die Klimakunde der einzelnen Erdteile in der vorliegenden, kurzen, aber zusammenfassenden Form gestattet dem Bodenkundler die schnelle Einarbeit in die Klimaverhältnisse der 5 Erdteile und der Polargebiete.

Es folgt dann der Beitrag von J. Schubert: Das Klima der Bodenoberfläche und der unteren Luftschicht in Mitteleuropa. Hier werden Strahlung, Temperatur der Erdoberfläche und der Luft, die Bewegung der Luft, die Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, Abfluß, Verdunstung und Wasserhaushalt behandelt. Es stehen dem genannten Forscher die Ergebnisse langjähriger eigener Untersuchungen zur Verfügung, die von ihm mit den Resultaten der verschiedensten europäischen Stationen zusammen verarbeitet worden sind, wodurch die Klimaverhältnisse der unteren Luftschichten in Mitteleuropa klar zum Ausdruck kommen. In gewisser Weise ist es bedauerlich, daß dem Rahmen des ganzen Handbuches entsprechend, die auch aus anderen Erdteilen (z. B. Amerika, Asien) erhaltenen Beobachtungsergebnisse nicht auch behandelt sind; der Ref. denkt z. B. an die Untersuchungen Buxtons, Animal Life in Deserts und ähnliches, deren Kenntnis zweifelsohne dem Leser die Verhältnisse auch weniger bekannter Gebiete näherbringt.

Wasmund behandelt dann die Klimaschwankungen in jüngerer geologischer Zeit. Dieser für den Bodenkundler für die Erkennung mancher genetischer Fragen so überaus wichtige Fragenkomplex wird in den Unterabschnitten:

Methoden der Forschung (Klimazeugen und ihre Deutung), Klimatologie des Eiszeitalters und Klima der postglazialen und historischen Zeit sehr eingehend behandelt. Es ist hier in mühevoller Arbeit ein unendlich reichhaltiges Material zusammengetragen. Ganz allgemein knüpft sich an die Durcharbeitung dieses Beitrages nur die Frage, ob es nicht möglich gewesen wäre, das Studium durch Fortlassen der vielen Fremdworte, wie aber auch das der zahlreichen, von dem Bodenkundler wohl kaum benötigten paläontologischen Fachbezeichnungen zu erleichtern.

Dieser Beitrag wird ergänzt durch eine Abhandlung über die Pollenanalyse. Nach den Ausführungen Schellenbergs gibt die Pollenanalyse die Möglichkeit eines Einblicks in die Klimaverhältnisse früherer Zeiten, ferner bietet sie Hinweise auf die Einwanderung unserer Flora nach der Eiszeit und vermittelt ein Bild der jeweiligen Flora einer Periode auch außerhalb des Moores. Schellenberg hat es verstanden, das für den Bodenkundler Wichtige in zusammengedrängter, aber übersichtlicher Weise darzustellen.

Die vorgenannten Kapitel leiten folgerichtig zu dem dritten Hauptteil des Handbuches über: Der Einfluß und die Wirkung der physikalischen, chemischen, geologischen, biologischen und sonstigen Faktoren auf das Ausgangsmaterial, d. h. die eigentliche Verwitterung erfährt nunmehr eine Behandlung.

Als einleitendes und grundlegendes Kapitel ist das des Herausgebers über die allgemeine Verwitterungslehre anzusehen.

Es ist hinlänglich durch die zahlreichen Arbeiten und die Ausführungen in der vor einigen Jahren herausgegebenen Bodenlehre Blancks bekannt, daß dieses Gebiet das eigentliche Arbeitsfeld dieses Autors ist, und so konnte die Bearbeitung der Kapitel: Allgemeine Verwitterungslehre, physikalische, chemische Verwitterung und biologische Verwitterung durch höhere Pflanzen keinen besseren Bearbeiter finden. Bei der Kennzeichnung des Begriffs der Verwitterung kommt Blanck zu dem Schluß, daß Verwitterung und Bodenbildung als synonyme Begriffe zu betrachten sind. Bei der Besprechung der physikalischen Verwitterung werden folgende Unterabschnitte behandelt: Temperaturverwitterung durch Sonnenbestrahlung, Frostverwitterung und Spaltenfrost, Salzsprengung, physikalisch-biologische Verwitterung und sonstige mechanishe Verwitterungsfaktoren. Die chemische Verwitterung ist nach den beiden Gesichtspunkten: chemische Lösungsverwitterung und hydrolytische Wirkung des Wassers bei der Verwitterung der Silikate bearbeitet worden. Die klare Darstellungsweise, weiterhin unterstützt durch eine Reihe ausgezeichneter Abbildungen, und die Wiedergabe eines so vollständigen Literaturnachweises lassen die Beiträge Blancks als wirkliche Handbuch-Beiträge erscheinen.

Die Zersetzung der organischen Substanz ist von K. Rehhorst abgehandelt. Abbau der einfachen Kohlehydrate, der Zellulose, des Lignins, der Pektinstoffe, der Eiweißstoffe und der Fette und Öle sind die einzelnen Untergruppen, nach denen Rehhorst die Materie bearbeitet hat. Übersichtliche Anordnung und die Kennzeichnung der hauptsächlich in Frage kommenden chemischen Verbindungen durch Strukturformeln unterstützen die Einarbeit in die besagten Verhältnisse.

Die biologische Verwitterung durch lebende Organismen ist eingeteilt in Verwitterung durch niedere Pflanzen, ein von Schellenberg behandelter

Unterabschnitt und in Verwitterung durch höhere Pflanzen, die von E. Blanck dargestellt ist.

Den Beschluß des Bandes bildet eine Abhandlung von E. Blanck: Die biologische Verwitterung als Ausfluß der in Zersetzung begriffenen organischen Substanz, aus dem als besonders kennzeichnend die Mitwirkung der bei der Zersetzung der organischen Substanz entstehenden Säuren, insbesondere auch Schwefelsäure, bei der Verwitterung genannt sei.

Der 2. Band, wiederum in vorzüglichem Druck und sehr guter Ausstattung vorliegend, ist mit einem umfangreichen Autoren- und Sachverzeichnis versehen, wodurch das Studium einzelner spezieller Fragen wesentlich erleichtert wird. Dieser Band stellt die Überleitung zum dritten Bande: Die Lehre von der Verteilung der Bodenarten an der Erdoberfläche dar, auf dessen Erscheinen man nach dem Ausfall der beiden ersten, nunmehr vorliegenden Bände gespannt sein darf. Giesecke-Göttingen.

Die holländische Landwirtschaft. Ein Muster moderner Rationalisierung. Von Dr. J. Frost, mit 58 Bildern und 3 Karten, 249 S., Berlin, Verlag Julius Springer, 1930, Preis geh. 14 Rm., geb. 16,80 Rm.

In Zeiten wirtschaftlicher Not richtet sich der Blick leicht nach Gegenden und Ländern, die wirtschaftlichen Erfolg und Wohlstand zeigen, in der Hoffnung, dort Mittel und Anregungen zur Abstellung der eigenen Not zu finden. Wohl selten hat deshalb die holländische Landwirtschaft soviel Beachtung gefunden wie in den letzten 10 Jahren in Deutschland. Ein wahrer Strom von deutschen Besuchern ergoß sich zeitweise über die Niederlande, und auf vielen Gebieten haben wir in der Tat sehr wertvolle Anregungen von Holland erhalten. Aber einfach nachmachen können wir die holländische Landwirtschaft nicht. Dazu sind einmal die wirtschaftlichen und natürlichen Verhältnisse, vielleicht auch zu einem gewissen Grade die Menschen zu verschieden. Das Interesse ist aber so groß und der Wunsch nach einer einwandfreien Darstellung der holländischen Verhältnisse besonders in Westdeutschland so allgemein, daß man sagen möchte, die Öffentlichkeit hat geradezu auf das vorliegende Buch von Frost gewartet. Ein ausgezeichneter Kenner des niederländischen Wirtschaftslebens schildert uns hier die natürlichen und besonders wirtschaftlichen Grundlagen, auf denen die holländische Landwirtschaft sich aufbaut und zeigt uns vor allem zugleich, wie alles das, was wir heute vor uns sehen, sich allmählich entwickelt hat, wie es auch den Holländern nicht als leichter Gewinn in den Schoß gefallen, sondern das Ergebnis jahrzehntelanger mühevoller und zäher Arbeit ist. Es ist ganz außerordentlich anregend zu lesen, wie der holländische Bauer, dessen Erzeugnisse durch keinen Zoll geschützt sind, es immer wieder verstanden hat, sich der Weltwirtschaftslage anzupassen, wie Besitzzersplitterung und Intensität der Bodennutzung durch Übergang zum halb- oder ganzgärtnerischen Betriebe vielfach Hand in Hand gehen, wie aber auch hier „die Götter vor den Erfolg den Schweiß“ gesetzt haben. Insbesondere finden ja bei uns die Erzeugung höchster Qualität bei den verschiedensten Waren und ihr Verkauf durch glänzend organisierte Absatzgenossenschaften immer wieder die größte Beachtung. In ausgezeichneter Weise zeigt uns Frost, wie die Erzeugung bester Ware das ursprüngliche ist,

auf dem der Absatz sich aufbaut, und daß die Standardisierung schließlich nur die äußere Festlegung eines bereits bestehenden Zustandes war.

Bei uns geht man ja meist den umgekehrten Weg. Man schafft einen Standard und eine Absatzorganisation und hofft, daß der Landwirt mit seiner Erzeugung in den so geschaffenen Rahmen hineinwächst. Die größere Schwierigkeit und Unsicherheit dieses Verfahrens liegt auf der Hand. — Mit Recht macht Frost aber darauf aufmerksam, daß die Blüte der holländischen Volkswirtschaft in den letzten 10 Jahren wenigstens zum Teil eine Wirkung der Kriegserscheinungen ist, daß diese jetzt naturgemäß allmählich verschwinden und auch in der kapitalreichen niederländischen Landwirtschaft zunehmende wirtschaftliche Schwierigkeiten zeitigen, die nicht allein durch zähen Fleiß, Organisationsgabe und gesunden kaufmännischen Geist überwunden werden können. Auf Einzelheiten des überaus anregenden Buches einzugehen, ist natürlich nicht möglich. Man muß das Buch lesen, um es in der Geschlossenheit seiner Darstellung und mit der Fülle seiner Anregungen auf sich wirken zu lassen. Der Gewinn wird immer reich sein. Tornau.

Binsen und ihre Bekämpfung auf Wiesen und Weiden. Von Dr. Joachim Brandt. Neudamm, Verlag J. Neumann, 1930, 52 S.

Die Binsen gehören zu den gefürchtetsten Unkräutern des Grünlandes in allen feuchten und kühlen Lagen, so daß eine Arbeit, die sich mit ihrer Bekämpfung befaßt, von vornherein auf weitgehendes Interesse rechnen kann. Der Verfasser gibt zuerst eine Beschreibung der bei uns häufigeren Arten, die durch gute Abbildungen unterstützt wird. Er klärt darauf die Wachstumverhältnisse und behandelt insbesondere die Möglichkeiten der Vermehrung durch Samen und Wurzelstockteile und zeigt die Bedingungen auf, die für ein Gedeihen der Binsen erfüllt sein müssen. Auf Grund dieser physiologischen Untersuchungen gibt er schließlich Hinweise darauf, welche Bekämpfungsmöglichkeiten unter den gegebenen Bedingungen durchführbar erscheinen. Die Arbeit verdient das Interesse aller Grünlandwirte, denen sie deshalb angelegentlich empfohlen sei. Tornau.

Die Entstehung der Kulturpflanzen. Von Prof. Dr. A. Thellung †, Zürich. Herausgegeben von Doz. Dr. A. Braun-Blanquet, Montpellier. Sammlung Naturwissenschaft und Landwirtschaft, H. 16. Freising-München, Verlag Dr. Datterer & Cie, 91 S., Preis 5 Rm.

Das vorliegende Heft ist eine wertvolle Bereicherung der bekannten Sammlung Naturwissenschaft und Landwirtschaft. Der verdienstvolle Verfasser hinterläßt uns darin sein wissenschaftliches Glaubensbekenntnis hinsichtlich der Frage der Artbildung, die er besonders im Hinblick auf die Kulturpflanzen behandelt. Auf dem für solche Zwecke immerhin beschränkten Raum gibt er eine vorzügliche Darstellung dieser schwierigen Frage, ohne sich zu sehr in Einzelheiten zu verlieren. Er erörtert an Hand bestimmter Beispiele die wichtigsten Gesichtspunkte, indem er in gleicher Weise Vererbungslehre wie Pflanzengeographie und Soziologie für seine Zwecke heranzieht und in sehr interessanter Weise auf die bestehenden Beziehungen hinweist und sie an zahlreichen Beispielen erläutert. Nachdem er zuerst die Kulturpflanzenmerk-

male als solche behandelt hat, geht er auf die Ursachen und die Art und Weise ihrer Entstehung ein.

Er bekennt sich dabei von vornherein als Anhänger des Darwinismus und setzt sich an einem großen Material mit den Anschauungen des Lamarckismus auseinander. Er gesteht zwar die Möglichkeit zu, Hemmungsbildungen lamarckistisch zu erklären, während er einen Beweis für aktive Anpassungen nirgends erbracht ersieht. Das Buch wird den Pflanzenzüchter ganz besonders interessieren. Aber auch darüber hinaus verdient es in der Landwirtschaft allgemeine Beachtung und wird zweifellos einen großen Leserkreis finden.

Tornau.

Handbuch der Bodenlehre. Von E. Blanck. III. Bd., Die Lehre von der Verteilung der Bodenarten an der Erdoberfläche; regionale und zonale Bodenlehre. Bearbeitet von E. Blanck-Göttingen, F. Giesecke-Göttingen, H. Harrassowitz-Gießen, H. Jenny-Columbia (U. S. A.), G. Linck-Jena, W. Meinardus-Göttingen, H. Mortensen-Göttingen, A. A. J. von Sigmond-Budapest, H. Stremme-Danzig. 550 S. mit 61 Abb. und 3 Tafeln. Berlin, Verlag Julius Springer, 1930.

Der 3. Band des Handbuches bringt, in folgerichtigem Aufbau auf die in den ersten beiden Bänden enthaltenen naturwissenschaftlichen und klimatologischen Grundlagen der Verwitterung und Bodenbildung, eine Zusammenfassung der Gesamtkenntnisse über die Verteilung und Ausbildung der Bodenarten an der Erdoberfläche in streng regionaler und zonaler Ableitung, also unter Ausschluß aklimatischer Bodenbildung, die im nächsten Band beschrieben werden soll, wo auch noch auf die Verteilung der Bodenformen in Deutschland näher eingegangen wird, die im Rahmen eines solchen Gesamtüberblicks natürlich nicht besonders hervortreten kann. Das eben umrissene, gewaltig große Stoffgebiet hat, wie der Herausgeber im Vorwort selbst erwähnt, nur in wechselnder Ausführlichkeit dargestellt werden können, ein Umstand, der bei der Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse über Bodenformen ferner liegender oder wenig bereister Gebiete ohne weiteres erklärlich ist. Daß trotzdem eine sehr vollständige Darstellung aller irgendwie wichtigen Erscheinungen gelang, liegt mit an der Wahl der Mitarbeiter, welche die Ergebnisse mancher erst in jüngster Zeit mit besonderer bodenkundlicher Einstellung ausgeführter Reisen oder Untersuchungen verwertet haben.

E. Blanck leitet ein mit einer Darstellung der Entwicklung der Bodenzonenlehre. Von den dabei entstandenen verschiedenen genetischen Einteilungssystemen der Bodenarten ist vorläufig, da die Anschauungen darüber noch im Fluß sind, keinem ein besonderer Vorzug gegeben und deshalb auch keins von ihnen als Einteilungsgrundlage dieses 3. Bandes genommen worden. Vielmehr ordnete der Herausgeber die anschließende Bearbeitung der Einzelfragen nach allgemeinen geographischen und klimatischen Gesichtspunkten in folgender Weise: Bei den Böden der kalten Region beginnend schreiten wir zu den Böden der uns genauer bekannten gemäßigten Region einschließlich der Subtropen und von da durch die subtropische und tropische Übergangszone zu den Böden der tropischen Region. Danach werden Wüstenböden und Schutzrinden noch besonders behandelt; ein Abschnitt über degradierte Böden schließt den Band.

Die oben schon genannten Mitarbeiter teilen sich in dieser Weise in das Stoffgebiet:

W. Meinardus, Arktische Böden, S. 27—96 (mit 8 Abb.). Die Besonderheiten des polaren Klimas und ihre bodenkundliche Auswirkung in den drei Hauptgruppen: Frostboden, arktische Verwitterungsböden und äolische Bodenbildungen werden geschildert, darunter das Auftreten des noch wenig genau bekannten Kryokonits (Eisstaub), den man in Löchern des grönländischen Inlandeises (und ähnlich wohl im Südpolargebiet) zusammengeweht finden kann. Über die Strukturformen dieser arktischen Böden unterrichten einige vorzügliche Bilder.

H. Jenny, Hochgebirgsböden, S. 96—118 (mit 4 Abb.). Da eine Definition darüber, welche Böden als Gebirgsböden zu bezeichnen sind, bislang noch nicht besteht, hat der Verfasser hauptsächlich nur die Böden solcher Gebirgsmassive in Betracht gezogen, die über die obere klimatische Waldgrenze hinausragen. Dabei trennt er nach einer allgemeinen Kennzeichnung der Eigenschaften von Gebirgsböden seine Betrachtung in Gruppen stofflicher Herkunft: Böden kalkhaltiger Sedimentgesteine, Böden der Silikatgesteine und alpine Humusböden. Die im Gebirgsbilde ebenfalls wichtige regelmäßige Aufeinanderfolge bestimmter Bodentypen in senkrechter Richtung (vertikale Bodenzonen) wird durch Beispiele aus dem Kaukasus, aus Turkestan, dem Altaigebirge, den Alpen, dem nordamerikanischen Felsengebirge und aus tropischen Gebirgen auf Java belegt. Die Kartierung der Gebirgsböden ist gestreift.

H. Stremme, Die Bleicherdewaldböden oder podsoligen Böden, S. 119 bis 160 (mit 2 Abb. und 3 Tafeln). Diese durch die zahlreichen Beobachtungen im nördlichen Europa besonders gut bekannte Gruppe von Böden ist genau beschrieben in ihren Erscheinungsformen als normale Bleicherde-Waldböden. podsolige Wiesenböden, verborgen podsolige Waldböden an der Tundragrenze und sekundär podsolierte graue Waldböden der Waldsteppe. Die beigegebenen Profilanalysen leiten über zur physikalisch-chemischen Erklärung der Entstehung des Bleicherdetypus. Angaben über die Verbreitung dieser Gruppe werden unterstützt durch Tafeln über Klimaverhältnisse, Vegetation und Bodenarten der Erde, die zugunsten einer Vereinigung aller Kontinente im selben Bildoval eine unvermeidliche, aber leider ziemlich störende maßstäbliche Verzerrung der bodenkundlich besonders interessierenden Gebiete in Nordamerika und Nordasien aufweisen.

H. Stremme, Die Braunerden, S. 160—182 (mit 10 Abb.). Die bisher noch nicht ganz eindeutig festgelegte, in genetischem Hinblick zwischen Podsol, Tschernosem und Roterden zu deutende Stellung der Braunerden wird von Stremme in der Richtung weiter ausgebaut, daß er zu ihrer Kennzeichnung auch Degradationserscheinungen hinzunimmt. Entsprechende Profile sind sehr anschaulich nach der Klebeplattenmethode von K. Schlacht hergestellt und werden im Bilde vorgeführt.

H. Harrassowitz, Gelberden oder Gelblehme, S. 182—193.

E. Blanck, Die Mediterran-Roterde (Terra rossa), S. 194—257 (mit 7 Abb.). Beide Beiträge bilden den Abschnitt der Böden in feuchtwarmen, gemäßigten Regionen. E. Blanck widmet seinem bevorzugten Arbeitsgebiet eine vollständige historisch-kritische Besprechung und schildert physikalische

Beschaffenheit und Chemismus der Roterde mit Hilfe umfangreicher Analysentabellen. Er begründet damit eine Definition der Roterdebildung, der an sich ein kolloidchemischer Vorgang zugrunde liegt, nämlich die Abscheidung von Eisen aus Verwitterungslösungen durch kalkführende Untergrundsschichten, so daß überall, wo diese Bedingungen vorliegen, die Roterde unabhängig vom Klima entstehen könnte. Immerhin ist aber für das tatsächliche Auftreten von Roterde, besonders in größerem Umfange als Oberflächenbildung, das Klima so entscheidend, daß, wie Blanck näher ausführt, der Roterdetypus noch weiterhin als regionale Bildung betrachtet werden kann.

H. Stremme, Die Steppenschwarzerden, S. 257—287 (mit 3 Abb.).

H. Stremme, Die Prärieböden, S. 287—294. Von diesen Böden der feuchttrockenen gemäßigten Regionen wird der Typus der ukrainischen Schwarzerde an Hand der zahlreichen russischen Forschungen darüber ausführlich besprochen. Davon abgegrenzt sind die Prärieböden, typisch ausgebildet in der nordamerikanischen Prärie, die eine andere Pflanzengemeinschaft trägt als die russische Steppe, nämlich Gräser feuchterer Standorte. Der botanischen Einteilung von H. L. Shantz folgend, wird diese Gruppe nur kurz beschrieben.

A. A. J. von Sigmond, Böden trockener Gebiete, S. 294—340. Dieser Abschnitt umfaßt 3 Gruppen: α) Kastanienfarbige Böden (Steppenbraunerden), β) Steppenbleicherden (graue Steppenböden, eine Übergangsgruppe) und γ) Salzböden (wobei übrigens im Inhaltsverzeichnis zufällig der Buchstabe γ fehlt, so daß hier die große Gruppe der Salzböden fälschlich als zu den Steppenbleicherden gehörig erscheint). Die Erfahrungen von Sigmond, die er aus seiner langjährigen Beschäftigung mit den ungarischen Trockenböden ableitet, kommen besonders der Beurteilung der Salzböden zugute, deren Darstellung über die Ansichten von E. W. Hilgard hinaus erweitert und vertieft wird.

F. Giesecke, Subtropische Schwarzerden, S. 341—352 (mit 1 Abb.).

E. Blanck, Krustenböden, S. 352—362 (mit 6 Abb.). Diese zu einer Gruppe der subtropischen und tropischen Übergangsregion zusammengefaßten Kapitel behandeln manche uns augenblicklich ferner liegende Erscheinungen, deren Bedeutung für das betreffende Landgebiet aber meist viel größer ist, als man ahnt. Das gilt für die Bildung des Regurbodens, der Schwarzerde Indiens (und entsprechender subtropischer Landstriche), deren Stellung und Bezeichnung zur russischen Schwarzerde aber mangels genügender Forschungen darüber noch nicht endgültig geklärt ist, wie auch für die Ausbildung der Krustenböden, die durch Ausscheidung aus aufsteigenden Bodenlösungen entstanden sind und der einstigen Oberfläche als dicke, harte Rinden aufliegen. Die bisherigen, in einer weit zerstreuten Literatur niedergelegten Einzelbeobachtungen darüber findet man hier zusammengetragen.

H. Harrassowitz, Böden der tropischen Region, S. 362—436 (mit 1 Abb.). Es ist versucht worden, mit Verwendung eines großen Probematerials und neuer Analysen, deren Ausführung die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft ermöglichte, in die Mannigfaltigkeit der Bodenarten der Tropen eine gewisse Ordnung zu bringen. Der Verfasser bedauert es allerdings, daß er dies nicht auf Grund eigener Beobachtungen in den Tropen tun konnte. Neben dem Auftreten von Rohhumus und dem Vorkommen der Braun- und Rotlehme wird vor allem das Lateritproblem in großer Ausführlichkeit be-

handelt (wobei es diesem oder jenem Leser vielleicht auffallen wird, daß bei solcher Ausführlichkeit das Material des kritischen Beitrags von P. Ehrenberg über das Problem [Die Bodenkolloide, S. 224—444, 3. Aufl., 1922] nur zu einer Fußnote von 4 Zeilen Länge Verwendung fand). Als Ergebnis der umfangreichen Untersuchungen wird am Schluß zum erstenmal die Verteilung der wichtigsten Bodentypen in den Tropen kurz umrissen und in einem Profilschnitt schematisch dargestellt, welcher der weiteren Forschung auf diesem Gebiet sehr nützlich sein wird.

H. Mortensen, Die Wüstenböden, S. 437—490 (mit 15 Abb.). Dieser unter dem frischen Eindruck einer Reise nach der nordchilenischen Wüste geschriebene, durch vorzügliche Bilder bereicherte Beitrag überbrückt geschickt die Schwierigkeit, die darin liegt, daß der geographische Begriff der Wüste noch keineswegs feststeht, sondern sehr eng oder auch sehr weit gezogen werden kann, so daß der Verf. je nach solcher Einstellung fast nichts oder eine Menge wenig Einheitliches über die noch ziemlich unerforschte Gruppe der Wüstenböden aussagen könnte. Aus den klimatischen Bedingungen der Wüste werden die physikalischen und chemischen Verwitterungswirkungen abgeleitet und bis zu der Bildung frischer Lockerablagerungen verfolgt. Die von Mortensen dabei vorgeschlagene Bezeichnung „Schwemmschutt" für wüstenhafte Wasserablagerungen aus scharfkantigen Bruchstücken ist zwar von anderer Seite als „wenig glücklich" bemängelt worden (wohl um dafür dem prunkvolleren Ausdruck „Fanglomerate" den Vorzug geben zu können?), verdiente aber durchaus weitere Verbreitung. Der wichtige Abschnitt über Salzbildungen in der Wüste schließt den Beitrag.

G. Linck, Die Schutzrinden, S. 490—505. Der Verf. begrenzt seinen Abschnitt auf Rinden, die aus oxydischen Eisen- und Manganerzen bestehen und am Gestein je nach dem Fortschreiten ihrer Ausbildung als Politur, Wüstenlack oder Wüstenrinde auftreten können, aber nach den neuesten Untersuchungen auch in der Gletscherregion erscheinen, wodurch Lincks Anschauung über die Entstehung solcher Schutzrinden auf Grund nachzuweisender Gemeinsamkeiten im Klima der Wüste und der Gletscherregion eine schöne Bestätigung erhält.

H. Stremme, Degradierte Böden, S. 505—521. Gemäß dem Stande unserer Kenntnis sind nur zwei Fälle von Degradierungsvorgängen bezw. ihre Folgen in Form besonderer Bodenarten beschrieben: Die von den russischen Forschern sorgfältig untersuchte Umwandlung der Steppenschwarzerde unter dem Einfluß einer nachträglichen Waldbedeckung und die Degradierung der Humuskarbonatböden (Rendzina der trockeneren Steppen) unter demselben Einfluß. Einige so entstandene Bodenarten ähneln stark den Braunerden oder entsprechen ihnen überhaupt.

Mit einem Namen- und Sachverzeichnis von 30 Seiten Umfang schließt der Band. Die ziemlich ausführlich vorgenommene Darstellung seines reichen Inhalts möge besser als jede besonders ausgesprochene Empfehlung den Wert des Buches dartun. Maiwald.

Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza.

78. BAND Heft 3 u. 4

JOURNAL
FÜR
LANDWIRTSCHAFT

Im Auftrage der
Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover
herausgegeben von

Prof. Blanck
Agrik. u. bodenkundl. Institut

Prof. Rippel
Institut f. landw. Bakteriologie

Prof. Schermer
Tierärztliches Institut

Prof. Schmidt
Institut für Tierzucht

Prof. Seedorf
Inst. f. landw. Betriebsl.

Prof. Tornau
Inst. f. Pflanzenbau
zu Göttingen

UNIVERSITY OF ILLINOIS
OCT 20 1930

Mit 2 Kurven und 7 Textabbildungen.

BERLIN
VERLAG VON PAUL PAREY
1930

Inhalt.

Seite

C. v. Seelhorst† 209

Die Landwirtschaft Schlesiens im Zeichen der Agrarkrise. Von Dr. **K. Maiwald,** Privatdozent an der Universität Breslau, z. Z. Göttingen . . . 213

Der Einfluß künstlicher Bodensäuerung auf Boden und Pflanzenwachstum. Von **Erika Freiin von Oldershausen.** (Mit 2 Kurven und 4 Abbildungen.) 241

Untersuchungen über die Wirkung und Ausnutzung verschiedenartig nichtwasserlöslicher Phosphorsäure auf unterschiedlichen Bodenarten unter besonderer Berücksichtigung ihres Einflusses auf den P_2O_5-Gehalt der Pflanzen. Von **M. Clemm.** Arbeit aus dem Agrikulturchemischen Institut der Landesuniversität Gießen. (Mit 3 Abbildungen.) 289

Die ländlichen Leibesübungen und ihre soziologische Bedeutung. Ein Versuch. Von Dr. phil. **A. U. Moeller,** Assistent am Institut für Landwirtschaftliche Betriebs- und Landarbeitslehre an der Universität Göttingen 309

Bücherbesprechungen 329

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge, in der Regel jährlich 4 Hefte, die einen Band bilden. Preis des Bandes Rm. 18,—.

Alle Beiträge sind zu richten an den Vertreter des betreffenden Fachgebietes oder an Prof. Tornau, Göttingen, Nikolausberger Weg 7, an den auch alle sonstigen Anfragen, Bücher zur Besprechung usw. zu senden sind.

Die Verantwortung für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser. Nachdruck und Übersetzung von Originalartikeln ist untersagt.

Von jeder Originalarbeit oder Aufsatz werden 25 Sonderabdrucke unberechnet geliefert.

Landwirtschaftliche Jahrbücher.

Band 72, Heft 1 erschien mit folgendem Inhalt: **Gallwitz, Dipl.-Ing. Karl,** Werkstoffe und Abnutzung von Pflugscharen. Aus dem Institut für Maschinenkunde der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin. (Mit 33 Textabbildungen.) — **Danneel, H.,** und **Fröhlich, K. W.,** Zum Verhalten von Trikalziumphosphat im Ackerboden. (Mit 1 Textabbildung.) — **Oettingen, H. von,** Untersuchungen über die Blattbreite bei *Poa pratensis*. Aus dem Laboratorium Grünhof der Saatwirtschaft Randowbruch G. m. b. H. (Mit 5 Textabbildungen.) — **Gärtner, Prof. Dr.,** Die Bedeutung der Lehre von der Inkretion der inneren Drüsen für die praktische Haustierzucht. — **Dikussar, J. G.,** Die Wirkung des Ammoniumsulfats und des Salpeters auf die Entwicklung von Zuckerrübe und Mais in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung der Nährlösung. Aus dem Laboratorium von Prof. Dr. Prianischnikow an der Landwirtschaftlichen Akademie und dem Zentral-Institut für Zuckerrübenindustrie Moskau. (Mit 4 Textabbildungen.) — **Wießmann, Prof. Dr. Hans,** und **Naumann, Dipl. ing. K.,** Untersuchungen über den Verlauf der Ertragskurve bei steigenden Kaligaben. Mitteilung aus der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Rostock. (Mit 8 Textabbildungen.) — **Gordienko, Diplomlandwirt, Michael,** Über die Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit und Wurzelgestaltung bei jungen Pflanzen. (Mit 2 Textabbildungen.) — **Kindermann, Max,** Untersuchungen über die günstigste Größe von Versuchsteilstücken. Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau.

Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen.

Band 110, Heft 5 u. 6 erschien mit folgendem Inhalt: **Haselhoff, E., Haun, F.,** und **Elbert, W.,** Versuche der landw. Versuchsanstalt in Harleshausen. — **Riede, Dr. W.,** und **Rewald, Dr. B.,** Botanisches und Chemisches zur Sojafrage. — **Lepper, W.,** Mitteilung der Staatlichen Landw. Versuchsanstalt Augustenberg in Baden: Eine neue Ausführungsweise der „Sandbestimmung" bei Gegenwart von „Spelzenkieselsäure" in Futtermitteln. — **Wiehr, E.,** Aus dem Institut für angew. Botanik, Hamburg, Universität: Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der wichtigsten Euphorbiaceensamen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Erkennungsmerkmale in Futtermitteln. (Mit 41 Abbildungen.)

Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11, Hedemannstr. 28 u. 29.

Neuerscheinungen:

Agrarkrise und Rationalisierung.

Landwirtschaftliche Einkommenssteigerung durch Produktionsförderung.

Von Dr. **H. Wilbrandt.**

(Volkswirtschaftliche Studien. Arbeiten aus dem Institut für Volkswirtschaft der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin. Herausgegeben von Prof. Dr. Kurt Ritter. Heft 3.)

Steif broschiert Rm. 4,—.

Wilbrandt schlägt vor, das landwirtschaftliche Einkommen nicht wie bisher durch Erhöhung der Erzeugnispreise zu heben, da dadurch volkswirtschaftlich keine zusätzliche Kaufkraft geschaffen wird, sondern durch Verbesserung und Verbilligung der Produktion. Er untersucht eingehend im einzelnen die Möglichkeiten der Rationalisierung in der Pflanzen- und Tierproduktion und kommt zu dem ungemein wichtigen Schluß, daß die in der landwirtschaftlichen Produktion noch zu behebenden Rationalisierungsreserven mehrere Milliarden Mark betragen. Seine weitgehend detaillierten Vorschläge gehen dahin, vor allem die Milch-, Schweine- und Eierproduktion einer eingehenden Rationalisierung zu unterziehen und das landw. Bildungs- und Beratungswesen beschleunigt auszubauen. Die Schrift ist durch ihre Feststellungen und detaillierten Vorschläge von größter Wichtigkeit für jeden Agrarpolitiker, Volkswirtschaftler, Sozialpolitiker, Landwirt, Milchwirtschaftler und Tierzüchter.

Die bäuerliche Landgutswirtschaft.

Ein Beitrag zur Wirtschaftslehre bäuerlicher Betriebe.

Von Dr. **E. C. Sedlmayr,**

Professor an der Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Mit 9 Textabbildungen.

Steif broschiert Rm. 7,50.

Das Buch ist ein inhaltsreicher Leitfaden der Wirtschaftslehre bäuerlicher Betriebe und gleichzeitig ein Grundstein für den so dringend erwünschten Ausbau dieser wichtigen Lehre, die bisher in ihrer Bedeutung für die gedeihliche Weiterentwicklung der landwirtschaftlichen Kleinbetriebe nicht voll gewürdigt worden ist. Das Schwergewicht der landwirtschaftlichen Produktion verschiebt sich mehr und mehr zugunsten der bäuerlichen Betriebe, denen derzeit in allen Ländern eine sehr große, zumeist schon eine ganz überragende Bedeutung zufällt. Ein eingehendes Studium dieser Kleinbetriebe und aller mit der bäuerlichen Landgutswirtschaft verknüpften Fragen ist daher nicht allein für den Landwirt, sondern auch für den Agrarpolitiker und Volkswirt ein Gebot der Stunde.

Organisation und Technik dänischer Molkereien.

Von Dr.-Ing. **Hermann Herz,** Kopenhagen.

Mit 32 Textabbildungen und einer Landkarte.

Steif broschiert Rm. 7,80.

„Es ist nicht zuviel gesagt, wenn man behauptet, daß Dänemark das milchwirtschaftlich bestorganisierte Land ist. Das Meiste, was zur jetzigen Vollendung geführt hat, haben die Landwirte und die Molkereibetriebsleiter in gemeinsamer Beratung und gegenseitiger Unterstützung aus sich selbst heraus geschaffen. Es gibt nicht leicht eine Schrift, die so zum Nachdenken und Beherzigen anregt, wie die vorliegende, die in einer prägnanten, mit Tabellen und Kurvenzeichnungen belegten Darstellung ein klares Bild von dem hohen Stand der dänischen Milchwirtschaft gibt. Lesenswert und beachtenswert: jeder Milchwirt, vor allem jeder Betriebsleiter, aber auch jeder Führer in milchwirtschaftlichen Dingen muß diese Schrift lesen." (*Prof. Dr. H. Weigmann, Kiel.*)

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN SW 11 / HEDEMANNSTRASSE 28/29

Das modernste Werk der Landwirtschaftswissenschaft!

Handbuch der Landwirtschaft

In Verbindung mit zahlreichen Mitarbeitern

herausgegeben von

Fr. Aereboe, J. Hansen, Th. Roemer.

Fünf Bände. Mit 783 Textabbildungen und 16 Farbendrucktafeln.

Gesamtpreis in Halbleder gebunden Rm. 182,—.
Lieferbar auch in 20 Monatsraten zu je Rm. 10,—.
Das Werk wird nur vollständig abgegeben.

Die einzelnen Bände umfassen:

Band 1: **Wirtschaftslehre des Landbaues.** Herausgegeben von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. F. Aereboe, Berlin. Mit 22 Textabbildungen. 883 Seiten. In Halbleder gebunden Rm. 48,—.

Band 2: **Ackerbaulehre.** Herausgegeben von Prof. Dr. Th. Roemer, Halle a. S. Mit 130 Textabbildungen und 4 Farbendrucktafeln. 564 Seiten. In Halbleder gebunden 34,—.

Band 3: **Pflanzenbaulehre.** Herausgegeben von Prof. Dr. Th. Roemer, Halle a. S. — **Landmaschinen.** Von Prof. Dr.-Ing. Vorm. felde, Bonn-Poppelsdorf. Mit 331 Textabbildungen und 12 Farbendrucktafeln. 837 Seiten. In Halbleder gebunden Rm. 45, -.

Band 4: **Allgemeine Tierzuchtlehre.** Herausgegeben von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. J. Hansen. Mit 76 Textabbildungen. 438 Seiten. In Halbleder gebunden Rm. 26,—.

Band 5: **Besondere Tierzuchtlehre.** Herausgegeben von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. J. Hansen. Mit 224 Textabbildungen. 513 Seiten. In Halbleder gebunden Rm. 29,—.

„Ein Hand- und Lehrbuch der Landwirtschaft. Die einzelnen Kapitel des Buches, aus der Feder führender deutscher Fachleute stammend, sind in ebenso gründlicher wie leichtverständlicher Weise geschrieben. Besonders hervorzuheben ist die Art der Darstellung. Alle überflüssigen und nebensächlichen Details vermeidend, heben die Verfasser vor allem das Wesentliche hervor. Dabei stehen die einzelnen Kapitel des Werkes in geistigem Zusammenhange, so daß der Leser nicht einseitig über eine Einzelfrage, sondern über die betreffende Sache in ihrem organischen Zusammenhange mit der Landwirtschaft unterrichtet wird. Eine große Anzahl von Abbildungen unterstützt in wirksamer Weise die anschaulichen und umfassenden Darstellungen.“ (*Fortschritte der Landwirtschaft.*)

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN SW 11 / HEDEMANNSTRASSE 28/29

Hierzu 3 Beilagen der Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW 11

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111827900